

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 12 月 31 日 (31.12.2003)

PCT

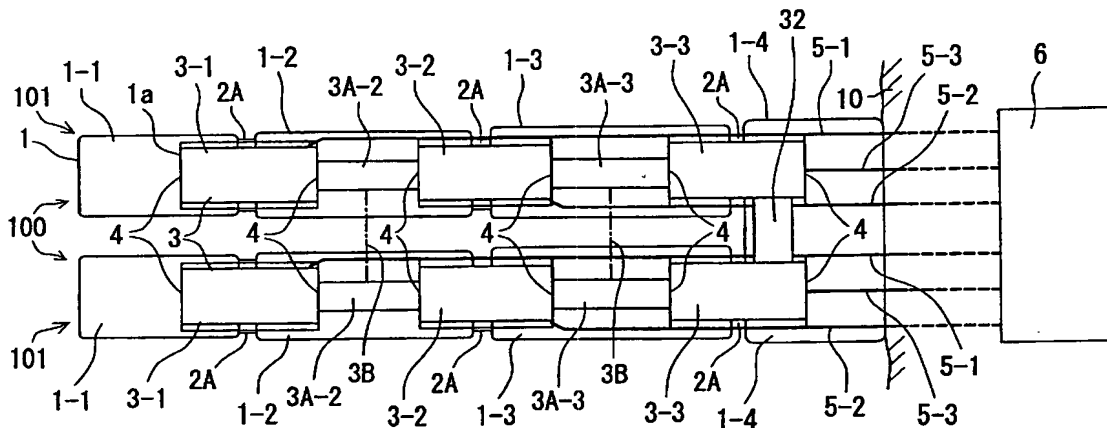
(10) 国際公開番号
WO 2004/000508 A1

- (51) 国際特許分類⁷: B25J 15/08
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/007914
- (22) 国際出願日: 2003 年 6 月 23 日 (23.06.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-182504 2002 年 6 月 24 日 (24.06.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市 大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 横山 和夫

- (YOKOYAMA, Kazuo) [JP/JP]; 〒573-0171 大阪府 枚方市 北山 1-3 0-7 Osaka (JP). 小野 敦 (ONO, Atsushi) [JP/JP]; 〒612-8411 京都府 京都市 伏見区 竹田 久保町 6 2-1-6 1 1 Kyoto (JP). 浅井 勝彦 (ASAI, Katsuhiko) [JP/JP]; 〒630-8115 奈良県 奈良市 大宮町 4-2 3 5-1-3 0 2 Nara (JP). 足達 勇治 (ADACHI, Yuji) [JP/JP]; 〒573-1192 大阪府 枚方市 西禁野 1 丁目 1 6-5-1 0 3 Osaka (JP). 山本 正樹 (YAMAMOTO, Masaki) [JP/JP]; 〒631-0035 奈良県 奈良市 学園中 1-1 5 4 2-1 9 0-5 0 4 Nara (JP).
- (74) 代理人: 河宮 治, 外 (KAWAMIYA, Osamu et al.); 〒540-0001 大阪府 大阪市 中央区 城見 1 丁目 3 番 7 号 IMP ビル 青山特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, [続葉有]

(54) Title: ARTICULATED DRIVING MECHANISM, METHOD OF MANUFACTURING THE MECHANISM, AND HOLDING HAND AND ROBOT USING THE MECHANISM

(54) 発明の名称: 多関節駆動機構及びその製造方法、それを用いた把持ハンドとロボット



(57) Abstract: An articulated driving mechanism, comprising elastically expanding and contracting bodies (3) forming frame material layer members (101) having a plurality of frame materials arranged in rows generally on a plane, movably connecting the plurality of frame materials to each other through connection parts (3A), and disposed on one face or both faces of the frame material layer members so as to ride on the connection parts and fixed between the plurality of frame materials, wherein articulations between the adjacent plurality of frame materials are drivably bent by expanding or contracting the elastically expanding and contracting bodies.

(57) 要約: 複数の骨材が列状に、且つほぼ面的に配置された骨材層部材 (101) を成し、上記複数の骨材を連結部 (3A) で可動自在に連結するとともに、上記骨材層部材の片面又は両面に上記連結部をまたがるように配置されかつ上記複数の骨材間に固定された弾性膨張収縮体 (3) を備え、上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記隣接する複数の骨材間の関節を屈曲駆動する。

WO 2004/000508 A1



SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

多関節駆動機構及びその製造方法、それを用いた把持ハンドとロボット

5 技術分野

本発明は、多関節駆動機構及びその製造方法、それを用いた把持ハンドとロボットに関し、特に、多様な対象物を把持できるとともに、構造が簡便で安価に製造できる多関節駆動機構及びその製造方法、それを用いた把持ハンドとロボットに関する。

10

背景技術

従来の産業用ロボットの把持ハンドは、工場内で製品の生産に使われ、特定の部品を精度良く取り扱うものが多く提案されている。これに対して、家庭やオフィス、病院などで家事支援や仕事支援、高齢者や障害者の介護支援などに活躍することが期待されるロボットの把持ハンドは、把持ハンド自体が小型軽量かつ柔軟で、安全であるとともに、多様な対象物を器用に把持できることが求められる。

多様な対象物を器用に把持することを目的に、機械学会論文集、66, 651 C、3672/3678 (2000) に、研究用の人間型ロボットハンドが示されている。このロボットハンドは、4関節4自由度の母指1本と4関節3自由度の指4本を持ち、4本指の先端の関節はリンク機構で、その他の関節には小型のサーボモータを組み込んだもので、分布型圧力センサーを備えている。このロボットハンドは研究用に商用されているが、多数の部品の組み立て体であるため高価で、その用途が限定されている。

また、把持ハンド自体が柔軟な構造の把持ハンドとして、特許第3226219号に、内部が隔壁によって3室に分離された筒状の弾性体よりなる把持用のアクチュエータが開示されている。このアクチュエータは、あらゆる方向に柔軟に動かすことができる反面、骨格構造がないため比較的重いものを確実に

把持したり、また、把持動作の制御が難しい難点がある。

これら既報の把持ハンドの従来例には、本出願に係わる、列状に配置された、複数の骨材よりなる平面型の多関節駆動機構により駆動され、多様な対象物を把持できると共に、構造が簡便で安価に製造できる把持ハンドと、これを用いたロボットは開示されていない。

家庭内での家事支援等のパーソナルロボットを実現し普及させるには、これに用いる把持ハンドとして、ハンド自体が小型軽量かつ柔軟で、安全であるとともに、多様な対象物を器用に把持できるという性能を持ち、かつ簡便な構成で安価に製造できる把持ハンドを実現することが重要な課題である。

本発明の目的は、上記課題を解決し、その駆動機構として製造の容易さを含めて実用レベルの具体的構成を備えた多関節駆動機構及びその製造方法、それを用いた把持ハンドとロボットを提供することにある。

発明の開示

本発明は、上記目的を達成するため、以下のように構成している。

本発明によれば、複数の骨材が列状に配置された骨材層部材を成し、上記複数の骨材を連結部で可動自在に連結するとともに、上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に上記連結部をまたがるように配置されかつ上記複数の骨材間に固定された弾性膨張収縮体を備え、

上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記隣接する複数の骨材間の上記連結部を関節として屈曲駆動する多関節駆動機構を提供する。

また、本発明によれば、複数の骨材が列状に配置された骨材層部材を成し、上記複数の骨材を可動自在に連結部で連結するとともに、上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に上記連結部をまたがるように配置されかつ上記複数の骨材間に固定された弾性膨張収縮体を備え、上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記隣接する複数の骨材間の上記連結部を関節として屈曲駆動する多関節駆動機構の製造方法であって、

少なくとも、上記複数の骨材がほぼ平面的に配置された上記骨材層部材を一括して形成し、

上記複数の弾性膨張収縮体が一体化された弾性膨張収縮体層部材を、上記骨材層部材の隣接面であつ上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に連結することを含む多関節駆動機構の製造方法を提供する。

また、本発明によれば、複数の骨材が列状に配置された骨材層部材を成し、上記複数の骨材を可動自在に連結部で連結するとともに、上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に上記連結部をまたがるように配置されかつ上記複数の骨材間に固定された弾性膨張収縮体を備え、上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記隣接する複数の骨材間の上記連結部を関節として屈曲駆動する多関節駆動機構より構成される指機構を複数対向して備えて、

上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記指機構を駆動して対象物の把持動作を行う把持ハンドを提供する。

また、本発明によれば、複数の骨材が列状に配置された骨材層部材を成し、上記複数の骨材を連結部で可動自在に連結するとともに、上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に上記連結部をまたがるように配置されかつ上記複数の骨材間に固定された弾性膨張収縮体を備え、上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記隣接する複数の骨材間の上記連結部を関節として屈曲駆動する多関節駆動機構を複数個具備した把持ハンドと、

上記把持ハンドに感圧センサー、摩擦センサーなどの触覚センサー又は連結部材の変位センサーを備えて、該センサー又はアンテナにより検出した情報に基づいて上記把持ハンドの把持動作を制御するロボットを提供する。

図面の簡単な説明

本発明のこれらと他の目的と特徴は、添付された図面についての好ましい実

施形態に関連した次の記述から明らかになる。この図面においては、

図 1 Aは、本発明の第 1 実施形態における面型の関節駆動機構の平面図であり、

図 1 Bは、上記第 1 実施形態の関節駆動機構の断面図であり、

5 図 1 Cは、上記第 1 実施形態の関節駆動機構の変形状態を表す断面図であり、

図 1 Dは、上記第 1 実施形態の関節駆動機構の変形状態を表す断面図であり、

図 2 Aは、本発明の第 2 実施形態における平面型の関節駆動機構の平面図であり、

図 2 Bは、上記第 2 実施形態の関節駆動機構の断面図であり、

10 図 2 Cは、上記第 2 実施形態の関節駆動機構の変形状態を表す断面図であり、

図 2 Dは、上記第 2 実施形態の関節駆動機構の変形状態を表す断面図であり、

図 3 Aは、本発明の第 2 実施形態における 4 指型把持ハンドの斜視図であり、

図 3 Bは、本発明の第 2 実施形態における 6 指型把持ハンドの斜視図であり、

図 4 Aは、本発明の第 2 実施形態における弾性ヒンジの斜視図であり、

15 図 4 Bは、本発明の第 2 実施形態における把持状態を示す把持ハンドの斜視図であり、

図 4 Cは、本発明の第 2 実施形態の別形態におけるヒンジの斜視図であり、

図 4 Dは、本発明の第 2 実施形態における別の把持状態を示す把持ハンドの斜視図であり、

20 図 5 Aは、本発明の第 3 実施形態における多軸回転型弾性ヒンジの斜視図であり、

図 5 Bは、上記第 3 実施形態における多軸回転型弾性ヒンジの駆動機構の斜視図であり、

25 図 5 Cは、上記第 3 実施形態における多軸回転型弾性ヒンジの駆動機構の断面図であり、

図 6 は、本発明の第 3 実施形態における多軸回転型弾性ヒンジを用いた多関節駆動機構の一部を表す斜視図であり、

図 7 Aは、本発明の第 4 実施形態における平面型の関節駆動機構の断面図で

あり、

図 7 B は、本発明の第 4 実施形態における平面型の関節駆動機構の平面図であり、

図 8 A は、本発明の第 4 実施形態における拮抗駆動型の関節駆動機構の断面図であり、

図 8 B は、本発明の第 4 実施形態における拮抗駆動型の関節駆動機構の平面図であり、

図 9 A は、本発明の第 2 実施形態における把持状態を示す把持ハンドの斜視図であり、

図 9 B は、本発明の第 2 実施形態における把持状態を示す把持ハンドの斜視図であり、

図 10 は、本発明の第 2 実施形態における把持ハンドを備えたロボットの斜視図であり、

図 11 A は、本発明の第 5 実施形態における関節駆動機構の断面図であり、

図 11 B は、本発明の第 5 実施形態における関節駆動機構の平面図であり、

図 12 A、図 12 B、図 12 C は、それぞれ、本発明の関節駆動機構の製造を示すブロック図であり、

図 13 A、図 13 B、図 13 C、図 13 D は、それぞれ、本発明の関節駆動機構の別の製造を示すブロック図であり、

図 14 は、本発明の第 1 実施形態における面型の関節駆動機構の空圧制御関係の構造を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の記述を続ける前に、添付図面において同じ部品については同じ参照符号を付している。

以下、図面を参照して本発明における実施形態を詳細に説明する前に、本発明の種々の態様について説明する。

本発明の第 1 態様によれば、複数の骨材が列状に配置された骨材層部材を成

し、上記複数の骨材を連結部で可動自在に連結するとともに、上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に上記連結部をまたがるように配置されかつ上記複数の骨材間に固定された弾性膨張収縮体を備え、

5 上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記隣接する複数の骨材間の上記連結部を関節として屈曲駆動する多関節駆動機構を提供する。

10 本発明の第2態様によれば、上記連結部の自由度がほぼ回転自由度のみであって、少なくとも先端に近い上記連結部の自由度が、上記骨材層部材の列方向にほぼ直交する軸周りの1自由度に拘束されている第1の態様に記載の多関節駆動機構を提供する。

 本発明の第3態様によれば、上記連結部が、薄板バネによりなるヒンジで構成している第2の態様に記載の多関節駆動機構を提供する。

15 本発明の第4態様によれば、上記連結部が、上記骨材の一部を細らせることにより骨材自体よりなるヒンジを構成している第2の態様に記載の多関節駆動機構を提供する。

 本発明の第5態様によれば、上記連結部の変形量を検出する変形量センサーを接続する信号配線と、電氣的に上記弾性膨張収縮体を駆動する場合の駆動配線を備えるフレキシブル配線基板を、上記連結部の曲げ部近傍に配置する第1の態様に記載の多関節駆動機構を提供する。

20 本発明の第6態様によれば、上記フレキシブル配線基板が、薄板バネによりなるヒンジを兼ねている第5の態様に記載の多関節駆動機構を提供する。

25 本発明の第7態様によれば、上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させる装置をさらに備え、上記装置は、ゴム弾性体への空気圧印加により駆動する装置、又は形状記憶材料への加熱冷却により駆動する装置、又はエレクトロアクティブポリマーへの電界印加により駆動する装置である第1～6のいずれか1つの態様に記載の多関節駆動機構を提供する。

 本発明の第8態様によれば、上記弾性膨張収縮体をゴム弾性体より構成するとともに、上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させる装置が、上記ゴム弾性体

への空気圧印加により駆動する装置であり、上記ゴム弾性体への空気圧印加するための配管を有する積層型空圧配管層部材をさらに備える第7の態様に記載の多関節駆動機構を提供する。

5 本発明の第9態様によれば、複数の骨材が列状に配置された骨材層部材を成し、上記複数の骨材を可動自在に連結部で連結するとともに、上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に上記連結部をまたがるように配置されかつ上記複数の骨材間に固定された弾性膨張収縮体を備え、上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記隣接する複数の骨材間の上記連結部を関節として屈曲駆動する多関節駆動機構の製造方法であって、

10 少なくとも、上記複数の骨材がほぼ平面的に配置された上記骨材層部材を一括して形成し、

上記複数の弾性膨張収縮体が一体化された弾性膨張収縮体層部材を、上記骨材層部材の隣接面であつ上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び
15 接触面側と対向する非接触面側に連結することを含む多関節駆動機構の製造方法を提供する。

本発明の第10態様によれば、複数の骨材が列状に配置された骨材層部材を成し、上記複数の骨材を可動自在に連結部で連結するとともに、上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に上記
20 連結部をまたがるように配置されかつ上記複数の骨材間に固定された弾性膨張収縮体を備え、上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記隣接する複数の骨材間の上記連結部を関節として屈曲駆動する多関節駆動機構より構成される指機構を複数対向して備えて、

上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記指機構を駆動して対象物の把持動作を行う把持ハンドを提供する。
25

本発明の第11態様によれば、上記把持ハンドは、上記複数対向する指機構により対象物を把持可能とし、少なくとも上記把持ハンドの把持面側に、感圧センサー、摩擦センサーなどの触覚センサー又は上記連結部の変位センサー又

はタグ情報検知用アンテナを備えて、該センサー又はアンテナにより検出した情報に基づいて把持動作を制御する第10の態様に記載の把持ハンドを提供する。

5 本発明の第12態様によれば、少なくとも上記把持ハンドの上記把持面側の一部を、ゴムなどの高摩擦柔軟材料で覆う第10又は11の態様に記載の把持ハンドを提供する。

10 本発明の第13態様によれば、上記把持ハンドの外側面側に上記弾性膨脹収縮体を備え、この弾性膨脹収縮体として、膨脹型及び収縮型の両者を備え、両者の拮抗作用で把持動作を駆動する第10又は11の態様に記載の把持ハンドを提供する。

15 本発明の第14態様によれば、把持ハンドの根本部に、超音波式又は撮像式などの把持対象物検出センサー又はカメラ、又はタグ情報検知用アンテナの把持対象物情報検出装置を備えて、上記把持対象物情報検出装置により検出された把持対象物情報に基づいて把持動作を制御する第9又は11の態様に記載の把持ハンドを提供する。

20 本発明の第15態様によれば、複数の骨材が列状に配置された骨材層部材を成し、上記複数の骨材を連結部で可動自在に連結するとともに、上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に上記連結部をまたがるように配置されかつ上記複数の骨材間に固定された弾性膨脹収縮体を備え、上記弾性膨脹収縮体を膨脹又は収縮させることにより、上記隣接する複数の骨材間の上記連結部を関節として屈曲駆動する多関節駆動機構を複数個具備した把持ハンドと、

25 上記把持ハンドに感圧センサー、摩擦センサーなどの触覚センサー又は連結部材の変位センサーを備えて、該センサー又はアンテナにより検出した情報に基づいて上記把持ハンドの把持動作を制御するロボットを提供する。

本発明の第16態様によれば、超音波式又は撮像式などの把持対象物検出センサー又はカメラ、又はタグ情報検知用アンテナの把持対象物情報検出装置を備えて、上記把持対象物情報検出装置により検出された把持対象物情報に基づ

いて上記把持ハンドの把持動作を計画して制御する第15の態様に記載のロボットを提供する。

本発明の第17態様によれば、上記骨材層部材は、上記複数の骨材が列状に且つほぼ平面的に配置されている第1の態様に記載の多関節駆動機構を提供する。

以下に、図面を参照して本発明における種々の実施形態を詳細に説明する。

(第1実施形態)

図1A及び図1Bは、本発明の第1実施形態における面型（ここでは平面型）の関節駆動機構100、100の平面図及び断面図を示す。図1A～図1Dに示す関節駆動機構100、100は、空気圧を印加することで膨張する空気圧アクチュエータを駆動源とするものである。

図1A、図1Bにおいて、複数の骨材1例えば4個の長方形板状の骨材1（場所を特定する場合には参照符号1-1、1-2、1-3、1-4を使用し、特定しない場合には総称的に参照符号1を使用する。）を1つの長尺な長方形板状の連結部材2によって連結し、各隣接する骨材1と骨材1同士を連結部材2の各連結部2A（言い換えれば、上記多関節駆動機構100の関節として機能する部分）で可動自在にし、これらの連結部2A、…、2Aをまたがって弾性膨張収縮体3（場所を特定する場合には参照符号3-1、3-2、3-3を使用し、特定しない場合には総称的に参照符号3を使用する。）を骨材1-1、1-2、1-3、1-4に固定部4、…、4で固定する。この各固定部4は、弾性膨張収縮体3が膨張収縮した際に骨材1に力を及ぼす部分にあたり、この力を伝達するために、この部位で固定する必要があることから、たとえば、弾性膨張収縮体3に設けた凸部を骨材1に設けた凹部1aに嵌め合わせて固定する構造より構成されている。

ここでは、4つの骨材1（1-1、1-2、1-3、1-4）は、先端（図1Aの左端）の骨材1-1と基端（図1Aの右端）の骨材1-4が大略同じ長さで、2番目の骨材1-2と3番目の骨材1-3とが大略同じ長さでかつ先端の骨材1-1より長くして、人間の腕に近い構造としている。図1Aでは、2

列に関節駆動機構 100, 100 を配置しているように図示されているが、実際には、対向して配置することにより、把持動作などができるようにしてもよい。また、各基端側の骨材 1-4 の基端部は各多関節駆動機構 100 の固定部 10 に固定されている。

5 骨材 1-1, 1-2, 1-3, 1-4 としては、ポリエチレンあるいはその発砲体などの、剛性は高いが、軽量のプラスチック製の平板を用い、複数の骨材 1-1, 1-2, 1-3, 1-4 は、その長手方向（列方向）沿いに列状に一直線状に配置されるとともに、複数の骨材 1-1, 1-2, 1-3, 1-4 は全体としてほぼ平面的に配置された骨材層部材 101 を成している。

10 連結部材 2 としては、リン青銅若しくはステンレスなどの金属、又は、ポリプロピレン若しくはポリエチレンテレフタレートなどのプラスチック製の薄板バネを用い、この連結部材 2 の各端部を、隣接する骨材 1, 1 のそれぞれの凹部 1a, 1a に接着剤でそれぞれ貼り合わせ、それぞれの連結部 2A の部分で弾性ヒンジを隣接する 2 つの骨材 1, 1 間に構成して、各連結部 2A の長手方向と直交する方向（図 1A の上下方向）の 1 軸周りの回転自由度を持たせてい

15 る。

弾性膨脹収縮体 3（3-1, 3-2, 3-3）としては、該弾性膨脹収縮体 3 を膨張又は収縮させる装置を内蔵するものであり、外形がおおよそ平板形状に近いネオプレン又はシリコンなどのラバー製で、内部に空気圧導入通路 5

20 （場所を特定する場合には参照符号 5-1, 5-2, 5-3 を使用し、特定しない場合には総称的に参照符号 5 を使用する。）に連通した空気圧動作室を有して、空気圧動作室に空気圧導入通路 5-1, 5-2, 5-3 から空気圧が導入されて空気圧の印加により長さ方向に伸びる空気圧アクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 を内蔵するように構成している。また、これらの各アクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 は、逆に空気圧を大気圧より減圧にすることにより、その長さ方向に縮む。これら複数の空気圧アクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 のうち隣接する空気圧アクチュエータ同士は、同じ材質のラバー製の弾性膨脹収縮体連結部 3A（場所を特定する場合には参照符号 3A-2, 3A-3

25

を使用し、特定しない場合には総称的に参照符号 3 A を使用する。) で連結され、全体として一体化されている。骨材層部材 1 0 1 に対してこの一体化された弾性膨脹収縮体層部材 1 0 3 を一括して積層するために、必要に応じて弾性膨脹収縮体連結部 3 B, 3 B でも連結しておき、全体構造を形成した後、切り離してもよい。

弾性膨脹収縮体 3-1, 3-2, 3-3 である個々の空気圧アクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 は、個別に複数の空気圧導入通路 5-1, 5-2, 5-3 によって空圧制御機 6 に接続され、空気圧を制御することにより駆動される。

空圧制御機 6 は、図 1 4 に示すように、加圧ポンプなどの空圧駆動源 6 B と、空圧駆動源 6 B に接続される各空気圧導入通路 5-1, 5-2, 5-3 の接続端部に介在された電磁弁などの開閉弁 6 C-1, 6 C-2, 6 C-3 と、空圧駆動源 6 B の駆動制御と各開閉弁 6 C-1, 6 C-2, 6 C-3 の開閉制御とを行う制御部 6 A とより大略構成されて、制御部 6 A により空圧制御機 6 B を駆動制御しつつ、必要な開閉弁 6 C-1, 6 C-2, 6 C-3 を開いて、空圧制御機 6 B から必要な空気圧導入通路 5-1, 5-2, 5-3 に圧縮空気を供給して必要な弾性膨脹収縮体 3-1, 3-2, 3-3 をそれぞれ膨張させるようにしている。

空気圧導入通路 5-1, 5-2, 5-3 としては、ポリウレタン製の空圧配管チューブを用い、必要に応じてラバー製のアクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 と接続ジョイント部品を接着、圧入等の方法で接続する。この空気圧導入通路 5-1, 5-2, 5-3 は、弾性膨脹収縮体連結部 3 A-2, 3 A-3 の内部に形成することもできる。

一つの具体例として、骨材 1 として、発泡ポリエチレン樹脂製の厚み 5 mm、幅 18 mm、長さ 20 mm~50 mm の 4 本の骨材を使い、これらに連結部材 2 として、厚み 0.25 mm のポリエチレンテレフタレート樹脂の薄板を貼り合わせ、弾性膨脹収縮体 3 として、ネオプレンゴム製の外径寸法厚み 5 mm、幅 13 mm、長さ 10 mm の空洞体を、連結部 3 A として、φ 4 mm のポリウ

レタン樹脂製の空気配管チューブをその配管と連結を兼ねて骨材 1 に連結した長さ 150 mm の 1 本指構造の多関節駆動機構を製作したところ、その重さは 20 gf と軽量であった。

なお、図 1 A の 32 は、骨材列間の基端部分にまたがるように配置された弾性膨脹圧縮体であり、この弾性膨脹圧縮体 32 を膨脹させることにより、多関節駆動機構 100、100 の骨材列の間を効率的に大きく広げることができる。

図 1 C 及び図 1 D は、空圧制御機 6 により、弾性膨脹収縮体 3-1、3-2、3-3 である、空圧式のラバー製アクチュエータ 3-1、3-2、3-3 に、空気圧を印加、又は、大気圧より減圧することにより、膨脹あるいは収縮した場合の各関節駆動機構 100 の変形する様子を示した断面図である。図 1 C は、空気圧印加によりアクチュエータ 3-1、3-2、3-3 がその長手方向に伸び、その結果、連結部材 2 の各連結部 2A の部分を弾性ヒンジとして曲がる様子を示す。連結部材 2 として薄板バネを用いた場合には、バネの弾性により復元力が働くが、空気圧アクチュエータ 3-1、3-2、3-3 によりこの復元力に抗して十分大きな力を発生することにより、この各関節駆動機構 100 をそのヒンジ部分で、図 1 C の上向き凸に、曲げることができる。図 1 D は、空気圧の減圧（大気圧より圧力を減ずる）ことにより、アクチュエータ 3-1、3-2、3-3 をその長手方向に縮めた場合の変形の様子を示す。この場合は、図 1 C とは逆方向に、すなわち、図 1 D の下向き凸に曲がるように、変形する。減圧は、加圧ポンプ 6B とは別に設けた減圧ポンプ（真空ポンプ）6D（図 14 参照）を空圧制御機 6 に設けて置き、これを弁で切り替えることにより行うことができる。いずれの場合もその変形量は、加圧又は減圧する圧力を変えることにより容易に変えることができる。尚、図 1 D では減圧により逆方向に変形させる場合について説明したが、空気圧アクチュエータ 3-1、3-2、3-3 を加圧のみで動作させ、加圧を解除することにより、薄板バネの弾性による復元力でこの各関節駆動機構 100 を元の姿勢に戻すこともできる。

上記第 1 実施形態によれば、複数の骨材 1-1、1-2、1-3、1-4 は、同一の層に平面的に配置され、弾性膨脹収縮体 3-1、3-2、3-3 もこの

層の片面に隣接して構成しており、骨材 1-1, 1-2, 1-3, 1-4 及び連結部材 2 及び弾性膨張収縮体 3-1, 3-2, 3-3 よりなる平面型の薄型の駆動機構となっているため、小型軽量の関節駆動機構となっている。

また、製造上も、複数の骨材 1-1, 1-2, 1-3, 1-4 がほぼ平面的に配置された骨材層部材 101 を一括して形成し、弾性膨張収縮体 3-1, 3-2, 3-3 を上記骨材層部材 101 の隣接面に連結することができるので、多くの骨材 1-1, 1-2, 1-3, 1-4 を連結した構成であっても、大量一括生産性に優れた製造法でもって製造することができ、安価なデバイスを提供できる。

また、多くの骨材 1-1, 1-2, 1-3, 1-4 が分離された構成の場合でも、これらは同じ骨材層部材 101 に位置しているため、前述の一体化された空気アクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 の場合と同様に、平面構造にこれらを配置してダミーの連結部で連結しておき、弾性膨張収縮体 3 を隣接面に連結した後、このダミーの連結部で分離することもできる。これらの連結は、骨材 1-1, 1-2, 1-3, 1-4 に形成したそれぞれの凹部 1a に嵌め合い、圧入、若しくは接着等の方法で簡便に行うことができる。

(第 2 実施形態)

図 2A 及び図 2B は、本発明の第 2 実施形態における平面型の関節駆動機構の平面図及び断面図を示す。第 1 実施形態で説明した関節駆動機構 100 に、センシング機能を付加したものである。これは列状の骨材 1-1, 1-2, 1-3, 1-4 よりなる関節駆動機構 100 の 1 列分のみを表したもので、図 1 の場合と同様 2 列に成してもよいし、さらに、多列に成してもよい。さらに、図 2C 及び図 2D は、弾性膨張収縮体 3-1, 3-2, 3-3 を膨張又は収縮させることにより、この各関節駆動機構 100 を変形させた状態を示す。さらに、図 3A, 図 3B はこの平面型の各関節駆動機構 100 を 4 個及び 6 個用いた把持ハンドの斜視図をそれぞれ表す。把持ハンドの外側面側には弾性膨張収縮体 3-1, 3-2, 3-3 を備えるとともに、その把持面側には連結部材 2 が位置するように構成する。

図 2 A～図 2 Dにおいて、骨材 1-1, 1-2, 1-3, 1-4 の連結部 2 A, …, 2 A は、駆動されることにより大きく曲がるが、これと隣接した位置に、各連結部 2 A の変形量センサー 8, …, 8 などのセンサーを接続する信号配線や、電氣的に弾性膨張収縮体 3-1, 3-2, 3-3 を駆動する駆動配線などの配線を備えたフレキシブル配線基板 7 を配置する。フレキシブル配線基板 7 上にはそれぞれの連結部 2 A, …, 2 A の変形量を検出する変形量センサー 8, …, 8 や、把持対象物に対する把持ハンドからの作用力言い換えれば把持力を検出するための、感圧センサー、せん断力センサー、若しくは摩擦センサーなどの触覚センサー又はタグ情報検知用アンテナ 9, …, 9 を設け、配線 7 A で電氣的に制御部 6 A などに接続している。

ここで、タグ情報検知用アンテナ 9 は、把持対象物に添付されているタグからその把持対象物に関する各種情報を検知あるいは記録することができる。特に、把持にあたって把持対象物に最も接近する、指に相当する間接駆動機構部の接触面側にこのアンテナを設けることにより、把持対象物に接近した位置でタグ情報の検知ができるから、その検出確度を高めることができる。好ましい検出情報としては、把持を確実に実行させるための把持対象物の形状情報、重さ、柔らかさ、脆さ、さらには適切な把持力や、どの部位で把持すればよいかなど、把持にあたっての制御を決定するための情報を検知し、把持動作を行なわしめる。さらに、把持動作を行なった結果の情報、たとえば飲料ボトルの残りの重さなどの重量変化、移動させた後の位置や姿勢、把持の成否など再び同じ把持対象物を把持制御するための情報を記録することができる。

上記構成によれば、触覚センサー又はタグ情報検知用アンテナ 9, …, 9 により、把持対象物に対する把持ハンドによる把持力の情報を検出しつつ、制御部 6 A により空圧制御が行われて、アクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 の駆動を制御して、それぞれの関節での屈曲動作を制御する。この結果、把持対象物が把持ハンドで把持され始めると、言い換えれば、各多関節駆動機構 100 が把持対象物に接触し始めると、変形量センサー 8, …, 8 で検出されたそれぞれの連結部 2 A, …, 2 A の変形量が制御部 6 A に入力され、それぞれの

連結部 2 A, ..., 2 A の変形量並びに触覚センサー又はタグ情報検知用アンテナ 9, ..., 9 による把持力情報を元に、制御部 6 A によるアクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 の駆動をさらに制御して、それぞれの関節での屈曲動作をさらに制御して、把持対象物の把持動作をより確実に行う。これにより、把持対象物に対して過度の把持力を把持ハンドにより作用させてしまい、把持対象物を損傷するのを防止したり、把持力の不足による不十分な把持を防止することができる。逆に、把持対象物の把持解除動作を行うときは、制御部 6 A によるアクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 の逆駆動により、各多関節駆動機構 100 が把持対象物から離れるようにする。

このように、フレキシブル配線基板 7 を、連結部 2 A, ..., 2 A の曲げ部近傍の層に配置することにより、この各多関節駆動機構 100 が駆動されても、フレキシブル基板 7 が大きく歪むことはないから、繰り返し動作に対して信頼性の高いデバイスとすることができる。すなわち、薄板状の連結部材 2 が湾曲した状態は、材料力学によるとその厚み方向の中心位置が、長手方向のひずみが零の中層面であり、この中層面から厚み方向に離れるに従ってひずみが増大する。従って、この連結部材 2 に近接してフレキシブル配線基板 7 を配置することにより、このフレキシブル基板 7 が大きくひずむことはない構成とすることができる。

また、第 2 実施形態の関節駆動機構 100 は平面型の構造であるから、同じく平面構造を基本とするフレキシブル配線基板 7 を積層化するには適した、プロセス適合性に優れた構成を成している。さらに、この関節駆動機構 100 は、全体として平面型の構造であるから、センシング機能を含めても全体として小型軽量のデバイスとすることができる。また、たとえば、多関節駆動機構 100 の各骨材 1 (1-1, 1-2, 1-3, 1-4) 上に対応して設けられた触覚センサの一例としての感圧センサーの圧力信号が平均化するように駆動源のアクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 を駆動することにより、多様な形状の把持対象物を、その形状に沿って把持することができ、本把持ハンドを使った把持を、より柔軟な対応力を持ったものとすることができる。

図 3 A、図 3 Bは、この図 2 A、図 2 Bの関節駆動機構 1 0 0を用いた把持
ハンドの斜視図を表し、上記関節駆動機構 1 0 0を対向して複数個備えること
により、把持機能を持たせたものである。図 3 Aは、上記関節駆動機構 1 0 0
より構成する指を 2 本ずつ対向させた 4 指型の把持ハンドである。図 3 Bは、
5 同じく上記関節駆動機構 1 0 0より構成する指を 3 本ずつ対向させた 6 指型の
把持ハンドである。図 3 Bにおいて、この 6 指型の把持ハンドは、上記関節駆
動機構 1 0 0から構成される外側の指関節機構 1 0 0 a、1 0 0 cに比べて、
上記関節駆動機構 1 0 0から構成される中側の指関節機構 1 0 0 cの関節間の
距離を大きくして関節位置をずらすとともにその長さを長くして、外側の指関
10 節機構 1 0 0 a、1 0 0 cより中側の指関節機構 1 0 0 cを長くして外側の指
関節機構 1 0 0 a、1 0 0 cより突出するようにしている。このことにより、
把持対象物の形状に沿って把持対象物を包み込むごとく柔軟に把持することが
できる。

図 3 Aにおいて、基端側の骨材 1 - 4 を多関節駆動機構 1 0 0の固定部 1 0
15 Aに対向して固定する。基端側の骨材 1 - 4 は、隣接する 2 つの関節駆動機構
1 0 0、1 0 0が 1 つの長方形板状の骨材 1 - 4 Aを共用するように構成して
いる。把持ハンドの把持面側 1 1 には、制御部 6 Aなどに接続された、感圧セ
ンサー、せん断力センサー、若しくは摩擦センサーなどの触覚センサー又はタ
グ情報検知用アンテナ 1 3 を設けるとともに、その各連結部 2 Aに、制御部 6
20 Aなどに接続されてそれぞれの連結部 2 A、…、2 Aの変位を検出する変位セ
ンサー 8 を設けている。上記構成によれば、触覚センサー又はタグ情報検知用
アンテナ 1 3、…、1 3により、把持対象物に対する把持ハンドによる把持力
の情報を検出しつつ、制御部 6 Aにより空圧制御が行われて、アクチュエータ
3 - 1、3 - 2、3 - 3の駆動を制御して、それぞれの関節での屈曲動作を制
25 御する。この結果、把持対象物が把持ハンドで把持され始めると、言い換えれ
ば、各多関節駆動機構 1 0 0が把持対象物に接触し始めると、変形量センサー
8、…、8で検出されたそれぞれの連結部 2 A、…、2 Aの変形量が制御部 6
Aに入力され、それぞれの連結部 2 A、…、2 Aの変形量並びに触覚センサー

又はタグ情報検知用アンテナ 1 3, ..., 1 3 による把持力情報を元に、制御部 6 A によるアクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 の駆動をさらに制御して、それぞれの関節での屈曲動作をさらに制御して、把持対象物の把持動作をより確実に行う。これにより、把持対象物に対して過度の把持力を把持ハンドにより作用させてしまい、把持対象物を損傷するのを防止したり、把持力の不足による不十分な把持を防止することができる。逆に、把持対象物の把持解除動作を行うときは、制御部 6 A によるアクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 の逆駆動により、各多関節駆動機構 1 0 0 が把持対象物から離れるようにする。

把持ハンドの外側面側 1 2 には弾性膨脹収縮体 3-1, 3-2, 3-3 を備え、空気圧導入通路 5-1, 5-2, 5-3 から空気圧を加えることにより駆動される。この把持ハンドの把持面側 1 1 は、ゴムなどの高摩擦係数を持った柔軟材料 1 4 を被覆してあり、把持対象物の把持を着実なものとし、さらに、把持ハンドの外側面側 1 2 にも緩衝のための目的で柔軟材料 1 4 を被覆している。なお、この関節駆動機構では、空気圧を印加すると把持方向に駆動され、減圧することにより把持方向とは逆の方向に開く。

この把持ハンドは、前述した関節駆動機構 1 0 0 を用いているので小型軽量であり、弾性膨脹収縮体 3 を駆動源としているからコンプライアンスが高く、この両者があいまって人との接触、衝突に対して本質的に安全で人との親和性の高いデバイスである。特に空気圧式のアクチュエータ 3 を駆動源に用いた場合、空気の圧縮性による高いコンプライアンスがありこの点で望ましい。また、たとえば、多関節駆動機構 1 0 0 の各骨材 1 (1-1, 1-2, 1-3, 1-4) 上に対応して設けられた触覚センサの一例としての感圧センサーの圧力信号が平均化するように駆動源のアクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 を駆動することにより、多様な形状の把持対象物を、その形状に沿って把持することができ、本把持ハンドを使った把持を、より柔軟な対応力を持ったものとすることができる。

図 4 A は、この把持ハンドを構成している多関節駆動機構 1 0 0 の関節に当たる弾性ヒンジ機構の力学的性質を説明する斜視図であり、隣接する骨材 1,

1が連結部材2の薄板バネにより連結されており、連結部材2の連結部2Aの自由度はZ軸回りの1回転自由度のみに拘束されている。このため、先端側（図4Aの左側）の骨材1にかかるZ軸方向の力15は、その反力を、基端側（図4Aの右側）の骨材1の他端部で、長手方向（X軸方向）回りのモーメント力16としてしっかり支えることができる。しかも、この力の性質は、弾性ヒンジ部の捩れ剛性が十分高い場合には、連結部2Aの曲げ角度に関わらず有効であり、関節駆動機構100の駆動源となるアクチュエータ3-1, 3-2, 3-3の発生力にも依存しない。

図4Bは、円柱状の把持対象物を図3Aで説明した4指型の把持ハンドで把持している状態を示す斜視図である。上記関節駆動機構100によって円柱状の把持対象物17を挟持し、この挟持力による把持面での摩擦力が、把持対象物17の重力に勝った場合、この把持対象物を落とすことなく保持することができる。このとき、関節駆動機構100に加わる力15Aは、その反力を基端の骨材1-4で図4Aのモーメント力16Aとして支えることができる。このモーメント力16Aの性質は、連結部2Aの曲げ角度に関わらず有効であり、従って把持対象物17の大きさ、円柱の場合にはその直径、が異なる場合にも、重力と摩擦力を考慮した把持力を加えることで、柔軟かつ安定して把持動作をさせることができる。また、上記モーメント力16Aの性質は、関節駆動機構100の駆動源となるアクチュエータ3-1, 3-2, 3-3で発生する駆動力にも依存せず、把持力は、重力と摩擦力を考慮した把持力のみで、安定かつ最小限の力で把持することができる。

空気圧アクチュエータ3-1, 3-2, 3-3としては、例えば、その作用断面積が約 1 cm^2 のアクチュエータを用い、空気圧1気圧を印加することにより、円筒状の把持対象物17を約200gの把持力で挟むことができた。この把持ハンドは、円筒状容器に水を満たした重さ1Kgの把持対象物17を持ち上げることができた。

図4Dは、たまご状の把持対象物17を図3Bで示した6指型の把持ハンドで把持している状態を示す斜視図である。図3Bにおいて、この6指型の把持

ハンドは、先にも説明したように、外側の指関節機構 100a、100c に比べて中側の指関節機構 100c の関節間の距離を大きくして関節位置をずらすとともにその長さを変えて突出させている。このことにより、把持対象物 17 の形状に沿って、把持対象物 17 を包み込むごとく柔軟に把持することができる。図 4D では、たまご状の把持対象物 17 の高さ方向の直径が異なる場所で各指関節機構 100a、100c、100c がそれぞれ最適な直径に変形して把持対象物 17 に柔軟に沿っている様子が分かる。骨材 1 (1-1, 1-2, 1-3, 1-4) の長さ、幅、関節位置、関節数、指関節機構の長さ、方向などを違えて分布させることにより、より対象物 17 の形状を選ばず、柔軟に対象物に沿って変形し把持できる把持ハンドとすることができる。

ここで、円柱状の把持対象物 20 に鏢 20A が付いている場合に、図 3A、図 3B で説明した上記把持ハンドで把持する場合について説明する。

図 9A は、円板状の鏢 20A 付きの円柱状の把持対象物 20 を、図 3A、図 3B で説明した把持ハンドで把持している状態を示す斜視図である。関節駆動機構 100 によって鏢 20A の付いた円柱状の把持対象物 20 を挟持している様子を示す。このとき、図 9A に示されるように、把持対象物 20 の両側のそれぞれの関節駆動機構 100、100 に加わる力 15B、15B は、その反力を基端の骨材 1-4A、1-4A でモーメント力 16B、16B として支えることができる。この場合、鏢 20A の下面が、対向する関節駆動機構 100、100 の列のそれぞれの上部に、いわば載ったような状態になるから、挟持力は、把持対象物 20 の重力に勝る摩擦力を発生させるまでもなく、把持対象物 20 の姿勢を維持するだけの最小限の把持力ですませることができる。このことは、上記のモーメント力 16B、16B の性質によるものである。

尚、図 9A では、上部に鏢 20A の付いた円柱状の把持対象物 20 を把持する場合について述べたが、上記多関節駆動機構 100 の列を対向して複数設けた把持ハンドによれば、たとえばワイングラスや茶碗など、容器の下部が細った形状の把持対象物を把持する場合、この部分で、上記で説明したのと同様、把持対象物が、いわば一部の関節駆動機構列の上部に載ったような状態になる

から、多様な把持対象物を柔軟に把持できるとともに、最小限の把持力で把持することができる。

図 9 B は、横に寝た姿勢（言い換えれば、長手方向が横方向沿いの姿勢）の円柱状の把持対象物 2 2 を、図 3 A、図 3 B で説明した把持ハンドで把持している状態を示す斜視図である。円柱状の把持対象物 2 2 を把持するにあたって、4 個の多関節駆動機構 1 0 0, ..., 1 0 0 の先端部 1 B, ..., 1 B をより大きく曲げることにより、いわば爪で把持対象物 2 2 を引っかける如く把持対象物 2 2 の重量を着実に支えて把持することができる。図 9 B において、把持対象物 2 2 の重力と把持に伴う摩擦力により把持ハンドの 4 個の多関節駆動機構 1 0 0, ..., 1 0 0 が受ける力 2 3, ..., 2 3 は、これらの関節駆動機構 1 0 0, ..., 1 0 0 の各連結部 2 A でモーメント力として伝達され、この反力は、各多関節駆動機構 1 0 0 の各基端の骨材 1 - 4 A の部分でモーメント力 2 4 として支えられる。この各関節駆動機構 1 0 0 の列状方向の剛性は高いから、この把持に伴って把持ハンドが受ける力をその各関節駆動機構 1 0 0 の固定部 1 0 A でしっかりと支えることができる。

図 4 C は、図 4 A で説明したヒンジ構造、言い換えれば、連結部の別形態を示すもので、骨材 1 の一部を細らせることにより、骨材自体よりなるヒンジ 1 A を構成したものである。この場合、別の連結部材を要せず、構造が簡便であるとともに、骨材層部材 1 0 1 は予め一体化されているので、その他の層部材を集積化するのに適している。図 4 C の場合も、図 4 A で示したように、その連結部言い換えればヒンジ 1 A の自由度が、1 自由度に拘束されている構造であり、このことにより、各先端側の骨材 1（図 4 A の左側に相当する骨材 1）にかかる Z 軸方向の力 1 5 は、その反力を、基端側の骨材 1（図 4 A の右側に相当する骨材 1）の他端部でモーメント力 1 6 としてしっかりと支えることができる。このような骨材自体よりなるヒンジを形成するには、材質としてはポリプロピレンが適している。ポリプロピレンでは、ヒンジ部での大きな繰返し変形に対して強度劣化が少ない。この場合、第 1 実施形態や第 2 実施形態で述べた、薄板バネによりヒンジを構成する場合と異なり、このヒンジ部では弾

性復元力は伴わない。弾性復元力が生じる場合、アクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 により発生する力が、この弾性変形量に応じて減ずるが、この形式のヒンジでは発生力の減少は伴わないメリットがある。

次に、第 2 実施形態で述べた把持ハンドを備えたロボットの斜視図を図 10 に示す。ロボット本体に当たる移動台車 51 から 2 つのアーム 52, 52 により把持ハンド 50 が連結されて駆動される。移動台車 51 は、その内部に収納された制御装置 56 の制御により任意の位置に移動して位置決めできる。各アーム 52 は、その両端部で回動可能に支持され、かつ、制御装置 56 の制御によりモータ駆動で下側のアーム 52 は移動台車 51 に対して回動し、上側のアーム 52 は下側のアーム 52 に対して回動することにより、把持ハンド 50 を任意の位置に移動させることができるようにしている。第 2 実施形態で述べた把持ハンド 50 を備えたロボットは、感圧センサー若しくは摩擦センサーなどの触覚センサー、又は、各連結部 2A の変位センサー、又は、タグ情報検知用アンテナ等のセンサー 53, ..., 53 をその把持ハンド 50 の把持面側に備えているので、この把持ハンド 50 を使ったロボットは、把持対象物の把持動作に伴って生じるこれらのセンサー 53, ..., 53 の信号 54 を受けた制御装置 56 は、これらの信号 54 に基づき、その把持動作を制御する信号 55 を用いて、アーム 52 及び把持ハンド 50 を駆動することができる。たとえば、把持ハンド 50 の各多関節駆動機構 100 の各骨材 1 上に対応して設けられた感圧センサー 53, ..., 53 の圧力信号が平均化するように制御装置 56 から把持ハンド 50 の動作制御開始信号が入力された制御部 6A の制御により、駆動源のアクチュエータ 3-1, 3-2, 3-3 を駆動することにより、多様な形状の把持対象物を、その形状に沿って把持することができ、本把持ハンド 50 を使った把持を、より柔軟な対応力をもったものとすることができる。

さらに、図 10 に示されるように、把持ハンドの固定部 10A に、超音波式又は撮像式などの把持対象物検出センサー又はカメラ、又はタグ情報検知用アンテナなどのセンサーなどの把持対象物情報検出装置 57 を一対備えた把持ハンド 50 を使ったロボットでは、このセンサー又はカメラ又はアンテナなどの

把持対象物情報検出装置 57 からの把持対象物情報検出信号に基づき把持動作を計画し、把持動作に関わるアーム 52 やハンド 50 の運動軌跡を生成して把持ハンド 50 を制御することができる。この場合、前述した連結部の変位センサーから得られる信号を併用することにより、把持ハンドの姿勢を検出しつつ、把持対象物との相対位置をより精度良く把握しつつ把持制御を行うことができる。

(第 3 実施形態)

図 5 A、図 5 B 及び図 5 C は、2 軸ないし 3 軸の回転自由度を、薄板バネによる弾性ヒンジ構成にて平面的に構成する駆動機構である。骨材 1 の連結部を、漸次その幅を細らせた突き合わせ部 1 B となる形状とし、適度な剛性をもつゴム製の薄板バネ 30 で連結する。この構成によって、X、Y、Z 軸まわりの回転が可能なユニバーサルジョイント機構となる。薄板バネ 30 の剛性が十分大きい材質を選んだ場合には、薄板バネ 30 の面内剛性は、その曲げ剛性及びねじれ剛性に比べて大きいので、Z 軸の回転の自由度を拘束することもできる。

図 5 B 及び図 5 C に示したように、上記弾性膨張収縮体 3 と同様な構造（例えば、空気圧アクチュエータ）の短冊状の長尺な弾性膨張収縮体 31 を突き合わせ部 1 B の両側でかつ表裏両面に配置して、両端部を隣接する骨材 1、1 にそれぞれ固定し、これら 4 個の弾性膨張収縮体 31、…、31 の空気圧アクチュエータを拮抗させて駆動することにより、自由な方向に駆動することができる。

図 6 は、上記の図 5 A～図 5 C で示したユニバーサルジョイント機構を、一方の平面型の多関節駆動機構の第 3 弾性膨張収縮体 3-3 の代わりに用いた、平面型の多関節駆動機構 100 G の一部を表す斜視図である。2 本の骨材列が基端側で長方形板状の連結用骨材 1 C で結合されている。指を構成する多関節駆動機構 100 G の基端側の一部に上記ユニバーサル機構を用いることにより、指先をあらゆる方向に動かすことができるから、把持動作の多様化を図ることができる。この多関節駆動機構 100、100 G の骨材列の間を大きく広げるためには、骨材列間の基端部分に弾性膨張圧縮体 32 を設け、これを膨張させることで効率的に大きく広げることができる。

この例では、少なくとも駆動部の先端に近い連結部の自由度を、1自由度に拘束しており、第2実施形態の、図4Aにおいて説明した力の性質を併せ持っており、この関節駆動機構を使用した把持ハンドは、ハンドが受ける力をその骨材の基端部1Cでしっかりと支えることができる。

5 (第4実施形態)

図7A及び図7Bは、本発明の第4実施形態における多関節駆動機構100Hを表す断面図及び平面図を示す。図8A及び図8Bは、同じく第4実施形態における拮抗駆動型の多関節駆動機構100Hを表す断面図及び平面図を示す。どちらの多関節駆動機構100Hも、形状記憶合金で駆動するタイプのものである。

この第4実施形態は、把持対象物に対してその接触面側に弾性膨張収縮体を設けた場合、及び上記接触面側に対してこれと対向する非接触面側に弾性膨張収縮体を設けた場合の実施形態である。

また、後述するマッキビーン型空気圧式アクチュエータや、電氣的に駆動することのできるエレクトロアクティブポリマーを、アクチュエータとして適用する場合には、好ましい。

図7A、図7Bにおいて、複数の平板状骨材1をフレキシブル配線基板40で連結することにより、フレキシブル配線基板40の弾性を利用して弾性ヒンジ40Aを構成している。フレキシブル配線基板40上には、配線41により結線された弾性ヒンジ部40Aの変形量センサー42と触覚センサー46を備え、この関節駆動機構100Hの姿勢及び触覚を検知する機能を備えている。この連結部となるフレキシブル基板40の弾性ヒンジ部40Aにまたがって、形状記憶合金ワイヤ又はコイル43(43A、43B)を骨材1-1、1-2、1-3、1-4及び固定部10に固定部4A、…、4A、4B、…、4Bで固定する。形状記憶合金ワイヤ又はコイル43Aは指先側の第1骨材1-1に固定部4Aで固定され、別の第2骨材1-2に設けられた引っ掛け部44Aを通じてさらに別の第3骨材1-3に固定される。指先側から2番目の第2骨材1-2には、形状記憶合金ワイヤ又はコイル43Bが固定部4Bで固定され、第

3 骨材 1 - 3 に設けられた引っ掛け部 4 4 B を通じてさらに別の第 4 骨材 1 - 4 に固定される。それぞれの形状記憶合金ワイヤ（又はコイル） 4 3 A 及び 4 3 B は、電源 4 5（4 5 A 及び 4 5 B）で独立に通電加熱されることにより、この駆動機構が駆動される。形状記憶合金ワイヤ 4 3 A 及び 4 3 B の形状記憶合金は、温度が上昇しマルテンサイト変態温度を越えると縮むように形状記憶処理したものをを用い、通電を切って放熱冷却することにより元の長さに戻る。

ここで、引っ掛け部 4 4 A 及び引っ掛け部 4 4 B は、形状記憶合金（SM A）ワイヤ又はコイル 4 3 A が膨張収縮したことに伴う発生力を骨材 1 に伝えるための力学的支点の役割を果たす部材である。これらの引っ掛け部 4 4 A、4 4 B は、骨材 1 に取り付けられ、形状記憶合金ワイヤ又はコイル 4 3 A を懸架することによりその役目を果たす。

また、固定部 4 A 及び固定部 4 B は、形状記憶合金ワイヤ又はコイル 4 3 A が固定され、同じく、形状記憶合金ワイヤ又はコイル 4 3 A が膨張収縮したことに伴う発生力を骨材 1 に伝えるための力学的支点の役割を果たす部材である。固定部 4 A 及び固定部 4 B の固定部材として骨材 1 に取り付けられた段付きピンなどに形状記憶合金ワイヤ又はコイル 4 3 A を懸架または巻回して固定する。

図 8 A、図 8 B の拮抗駆動型の多関節駆動機構もその構成要素は図 7 A、図 7 B と同様である。骨材層部材 1 0 1 を挟んでその両側に駆動源となる形状記憶合金ワイヤ又はコイル 4 3 C 及び 4 3 D を取り付けただのもので、この両者の駆動の拮抗作用で、把持方向とその逆方向に駆動できる。

上記アクチュエータの一例としての空気圧式アクチュエータの中には、空気圧を加えることによりその長手方向に縮む形式のものがある。

上記アクチュエータの別の例としてのマッキビーン型アクチュエータは、ゴムチューブに円筒状の網をかぶせたもので、空気圧を印加することによりその径方向に膨脹し、この膨脹に伴い網目が引っ張られ、長手方向には縮むものである。このような機能の空気式アクチュエータを駆動源に用いる場合には、図 7 A、図 7 B において形状記憶合金ワイヤ又はコイルを、この機能を持った空気圧式アクチュエータに置き換えることで同様の駆動機構を構成することがで

きる。

また、上記アクチュエータのさらに別の例として、電氣的に駆動することのできる各種のエレクトロアクティブポリマー材料が、人工筋アクチュエータとして研究開発されている。たとえばシート状の誘電体ポリマーに柔軟電極を設けた多層構造のアクチュエータや、ゲル電歪型、ゲルのイオン駆動型、導電性ポリマー方式などが提案されている。これらを駆動源に使う場合には、膨張型のものであれば、図 1 A～図 1 D や図 2 A～図 2 D に準じた構成で、収縮型のものであれば、図 7 A、図 7 B に準じた構成で、本発明の駆動機構とすることができる。このような人工筋アクチュエータは、ポリマー材料を主体としているから、材料自体が軽量であるとともに、高いコンプライアンスを有するのでこれらがいまって、人との接触、衝突に対して本質的に安全である。また、人工筋アクチュエータは一般に発生エネルギー密度が高く、これを本発明の多関節駆動機構の駆動源とすることにより、従来型の電磁モータと減速機よりなる多関節駆動機構に比べて格段に省エネルギー型のデバイスとすることができる。

上述したマッキベーン型空気圧アクチュエータや、電氣的に駆動することのできるエレクトロアクティブポリマーをアクチュエータとして適用する場合、これらのアクチュエータはチューブ状やシート状及びそれらの積層体などの細長の形態であるため、膨張変形に対して挫屈を生じ、膨張変形をアクチュエーションに使用することは難しい。従って、主としてこれらのアクチュエータでは収縮変形による引っ張り状態で作用させることが好ましい。第 4 実施形態は、このような、アクチュエータを収縮変形により引っ張り状態で作用させるのに適した構造である。

また、図 2 A～図 2 D の構成に加えて図 7 A、図 7 B に準じた構成を、把持ハンドの外側面側に組み合わせ、膨張型及び収縮型の両者の弾性膨張収縮体の拮抗作用で関節駆動機構を駆動させることもできる。この場合、この関節駆動機構を適用した把持ハンドは、把持方向に駆動する機能に加え把持物を離す方向にも駆動することができ、把持のために対向して設けられた関節駆動機構列

の間隔を大きく広げることができる。さらに、このように駆動のアクチュエータを把持ハンドの外側面側にのみ設けた構造とすることにより、関節駆動機構の姿勢を検出するための連結部の変形量センサーや、把持力を制御するための触覚センサー、さらに把持対象物の情報を検出するためのタグ情報検知用アンテナを把持面側に集約して構成することが可能になり、多くの分布したセンサーを集積するのに好都合である。また把持ハンドの把持面側は、把持に伴って把持対象物に接近、接触する必然性があるからこれらのセンサーが把持面側に構成されていると好都合である。把持対象物に貼られたタグに書き込まれた把持対象物に関する形状、把持位置、把持計画などの各種の情報を、近接した位置で感度よく検出することができる。

(第5実施形態)

図11A及び図11Bは、本発明の第5実施形態における多関節駆動機構を表す断面図及び平面図を示す。第5実施形態は、第1実施形態で述べた多関節駆動機構における空圧配管を、積層型空圧配管層部材60としたものである。このような構成とすることにより、骨材1よりなる骨材層部材101と、積層型空圧配管層60と弾性膨脹収縮体3-1, 3-2, 3-3よりなる層が分かれた構造となるため、これらを一括して形成しやすい構造となる。その他の部材は、第1実施形態で述べた内容と同様である。

次に、図12A、図12B及び図12Cは、本発明の上記実施形態の上記多関節駆動機構の製造方法を示すブロック図である。本製造方法は、骨材1がそのヒンジ部1Aを含んでほぼ面的に配置された骨材層部材101を一括して形成する図12Aの第1プロセスと、弾性膨脹収縮体3-1, 3-2, 3-3とその連結部3A, 空圧導入通路5-1, 5-2, 5-3よりなる弾性膨脹収縮体層部材103を形成する図12Bの第2プロセスと、弾性膨脹収縮体層部材103を上記骨材層部材101の隣接面に連結する図12Cの第3プロセスとより構成されている。図12Aの第1プロセスは、たとえばポリプロピレンやポリエチレン、ポリエチレンテレフラレートなどのポリマー又はその発泡体などを、そのヒンジ部1Aが細った構造となるようインジェクション（射出成

形) などにより一括形成することができる。また、骨材 1 をなすプレート状部材に局部加熱することによりそのヒンジ部 1 A を形成することもできる。図 1 2 B の第 2 プロセスは、弾性膨脹収縮体として、空気圧で駆動させるラバー空圧型の場合には、ネオプレン又はシリコン又はこれらに繊維を複合させた弾性体、空気配管としてポリウレタンチューブにて予め連結した構造体を、金型で仮形成し、加硫加熱などにより本形成する。さらに、上記骨材層部材 1 0 1 の隣接面にこの構造体を連結する。これらの連結は、各骨材 1 にそれぞれ形成した凹部 1 a に、嵌め合い、圧入、若しくは接着等の方法で行う。

次に、図 1 3 A、図 1 3 B、図 1 3 C 及び図 1 3 D は、本発明の上記実施形態の上記多関節駆動機構の別の製造方法を示すブロック図である。本製造方法は、図 1 3 A 及び図 1 3 B の第 1 工程として、連結部材 2 を構成するポリエチレンテフタレート製の薄板バネ A の上に、ポリエチレン発砲体よりなる各骨材 1 を、連結部材 2 の各ヒンジ部 2 A を連結部としてほぼ面的に積層して接着する。これらの骨材列は予め連結されたものを一括して積層接着し、その後切り離すこともできる。次に、図 1 3 C の第 2 工程として、これらの骨材 1 の上に積層型空圧配管層部材 6 0 (6 0 a, 6 0 b, 6 0 c のように) として低弾性率で軟らかいシリコンゴムよりなる 3 層構造を積層形成する。すなわち、まず、下地層 6 0 a を形成し、その下地層 6 0 a の上に空気導入通路 5 (5-1, 5-2, 5-3) を形成した空間部を有する中間層 6 0 b を、さらに、その中間層 6 0 b の上に空圧アクチュエータへの接続穴を備えた上部層 6 0 c を形成する。これら 3 層の形成は、印刷又は塗布、及び加熱硬化で行うことができる。最後に、図 1 3 D の第 3 工程として、弾性膨脹収縮体 3 (3-1, 3-2, 3-3) である空圧アクチュエータを連結した構造体を接着積層する。各層の形成は一括して形成することができるため、関節自由度数によらず、製造が容易であり、したがって低コストで製造することができる。

以上のように本発明によれば、複数の骨材が列状に配置された骨材層部材を成し、上記複数の骨材を連結部で可動自在に連結するとともに、上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に上記

連結部をまたがるように配置されかつ上記複数の骨材間に固定された弾性膨張収縮体を備えるように構成して多関節駆動機構を提供できる。

また、多関節駆動機構より構成される指機構を複数対向して備えて、上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記指機構を駆動して対象物の把持動作を行う把持ハンドを提供することができる。

また、上記多関節駆動機構を複数個具備した把持ハンドと、上記把持ハンドに感圧センサー、摩擦センサーなどの触覚センサー又は連結部材の変位センサーを備えて、該センサー又はアンテナにより検出した情報に基づいて上記把持ハンドの把持動作を制御するロボットを提供できる。

この結果、把持ハンド自体が小型軽量かつ柔軟で、安全であるとともに、多様な対象物を器用に把持できるという性能を持つ把持ハンドを実現でき、その駆動機構として製造の容易さを含めて実用レベルの具体的構成を備えた多関節駆動機構を提供できる。その結果、家庭やオフィス、病院などで家事支援や仕事支援、高齢者や障害者の介護支援などに活躍することが期待されるロボットの把持ハンドとして好適なものとなる。

また、少なくとも、上記複数の骨材がほぼ平面的に配置された上記骨材層部材を一括して形成し、上記複数の弾性膨張収縮体が一体化された弾性膨張収縮体層部材を、上記骨材層部材の隣接面でかつ上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に連結することにより、上記多関節駆動機構を製造することができるので、各層の形成は一括して形成することができるため、関節自由度数によらず、製造が容易であり、したがって低コストで製造することができる。

なお、上記様々な実施形態のうちの任意の実施形態を適宜組み合わせることにより、それぞれの有する効果を奏するようにすることができる。

本発明は、添付図面を参照しながら好ましい実施形態に関連して十分に記載されているが、この技術の熟練した人々にとっては種々の変形や修正は明白である。そのような変形や修正は、添付した請求の範囲による本発明の範囲から外れない限りにおいて、その中に含まれると理解されるべきである。

請 求 の 範 囲

1. 複数の骨材（1， 1－1， 1－2， 1－3， 1－4）が列状に配置された骨材層部材（101）を成し、上記複数の骨材を連結部（1A， 1B， 2A， 30）で可動自在に連結するとともに、上記骨材層部材の対象物に対する
5 接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に上記連結部をまたがるように配置されかつ上記複数の骨材間に固定された弾性膨張収縮体（3， 3－1， 3－2， 3－3）を備え、

上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記隣接する複数の骨材間の上記連結部を関節として屈曲駆動する多関節駆動機構。
10

2. 上記連結部の自由度がほぼ回転自由度のみであって、少なくとも先端に近い上記連結部の自由度が、上記骨材層部材の列方向にほぼ直交する軸周りの1自由度に拘束されている請求項1に記載の多関節駆動機構。

3. 上記連結部が、薄板バネ（2， 30）によりなるヒンジで構成している請求項2に記載の多関節駆動機構。
15

4. 上記連結部（1A， 1B）が、上記骨材の一部を細らせることにより骨材自体よりなるヒンジを構成している請求項2に記載の多関節駆動機構。

5. 上記連結部の変形量を検出する変形量センサー（8， 42）を接続する信号配線（41）と、電氣的に上記弾性膨張収縮体を駆動する場合の駆動配線を備えるフレキシブル配線基板（7， 40）を、上記連結部の曲げ部近傍に配置する請求項1に記載の多関節駆動機構。
20

6. 上記フレキシブル配線基板（40）が、薄板バネによりなるヒンジ（40A）を兼ねている請求項5に記載の多関節駆動機構。

7. 上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させる装置をさらに備え、上記装置は、ゴム弾性体への空気圧印加により駆動する装置、又は形状記憶材料への加熱冷却により駆動する装置、又はエレクトロアクティブポリマーへの電界印加により駆動する装置である請求項1～6のいずれか1つに記載の多関節駆動機構。
25

8. 上記弾性膨張収縮体をゴム弾性体より構成するとともに、上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させる装置が、上記ゴム弾性体への空気圧印加により駆動する装置であり、上記ゴム弾性体への空気圧印加するための配管を有する積層型空圧配管層部材（60）をさらに備える請求項7に記載の多関節駆動機構。

9. 複数の骨材（1, 1-1, 1-2, 1-3, 1-4）が列状に配置された骨材層部材（101）を成し、上記複数の骨材を可動自在に連結部（1A, 1B, 2A, 30）で連結するとともに、上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に上記連結部をまたがるように配置されかつ上記複数の骨材間に固定された弾性膨張収縮体（3, 3-1, 3-2, 3-3）を備え、上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記隣接する複数の骨材間の上記連結部を関節として屈曲駆動する多関節駆動機構の製造方法であって、

少なくとも、上記複数の骨材がほぼ平面的に配置された上記骨材層部材（101）を一括して形成し、

上記複数の弾性膨張収縮体が一体化された弾性膨張収縮体層部材（103）を、上記骨材層部材の隣接面でかつ上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に連結することを含む多関節駆動機構の製造方法。

10. 複数の骨材（1, 1-1, 1-2, 1-3, 1-4）が列状に配置された骨材層部材（101）を成し、上記複数の骨材を可動自在に連結部（1A, 1B, 2A, 30）で連結するとともに、上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に上記連結部をまたがるように配置されかつ上記複数の骨材間に固定された弾性膨張収縮体（3, 3-1, 3-2, 3-3）を備え、上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記隣接する複数の骨材間の上記連結部を関節として屈曲駆動する多関節駆動機構より構成される指機構を複数対向して備えて、

上記弾性膨張収縮体を膨張又は収縮させることにより、上記指機構を駆動し

て対象物の把持動作を行う把持ハンド。

1 1. 上記把持ハンドは、上記複数対向する指機構により対象物を把持可能とし、少なくとも上記把持ハンドの把持面側に、感圧センサー、摩擦センサーなどの触覚センサー又は上記連結部の変位センサー又はタグ情報検知用アンテナ（8， 9， 1 3， 4 2， 4 6）を備えて、該センサー又はアンテナにより

5 検出した情報に基づいて把持動作を制御する請求項 1 0 に記載の把持ハンド。

1 2. 少なくとも上記把持ハンドの上記把持面側の一部を、ゴムなどの高摩擦柔軟材料で覆う請求項 1 0 又は 1 1 に記載の把持ハンド。

1 3. 上記把持ハンドの外側面側に上記弾性膨脹収縮体を備え、この弾性膨脹収縮体として、膨脹型及び収縮型の両者を備え、両者の拮抗作用で把持動作を駆動する請求項 1 0 又は 1 1 に記載の把持ハンド。

1 4. 把持ハンドの根本部に、超音波式又は撮像式などの把持対象物検出センサー又はカメラ、又はタグ情報検知用アンテナの把持対象物情報検出装置（5 7）を備えて、上記把持対象物情報検出装置により検出された把持対象物情報に基づいて把持動作を制御する請求項 9 又は 1 1 に記載の把持ハンド。

1 5. 複数の骨材（1， 1－1， 1－2， 1－3， 1－4）が列状に配置された骨材層部材（1 0 1）を成し、上記複数の骨材を連結部（1 A， 1 B， 2 A， 3 0）で可動自在に連結するとともに、上記骨材層部材の対象物に対する接触面側又は／及び接触面側と対向する非接触面側に上記連結部をまたがるように配置されかつ上記複数の骨材間に固定された弾性膨脹収縮体（3， 3－1， 3－2， 3－3）を備え、上記弾性膨脹収縮体を膨脹又は収縮させることにより、上記隣接する複数の骨材間の上記連結部を関節として屈曲駆動する多関節駆動機構を複数個具備した把持ハンド（5 0）と、

上記把持ハンドに感圧センサー、摩擦センサーなどの触覚センサー又は連結部材の変位センサー（8， 9， 1 3， 4 2， 4 6）を備えて、該センサー又はアンテナにより検出した情報に基づいて上記把持ハンドの把持動作を制御するロボット。

1 6. 超音波式又は撮像式などの把持対象物検出センサー又はカメラ、又

はタグ情報検知用アンテナの把持対象物情報検出装置（５７）を備えて、上記把持対象物情報検出装置により検出された把持対象物情報に基づいて上記把持ハンドの把持動作を計画して制御する請求項１５に記載のロボット。

１７． 上記骨材層部材は、上記複数の骨材が列状に且つほぼ平面的に配置されている請求項１に記載の多関節駆動機構。

图 1 A

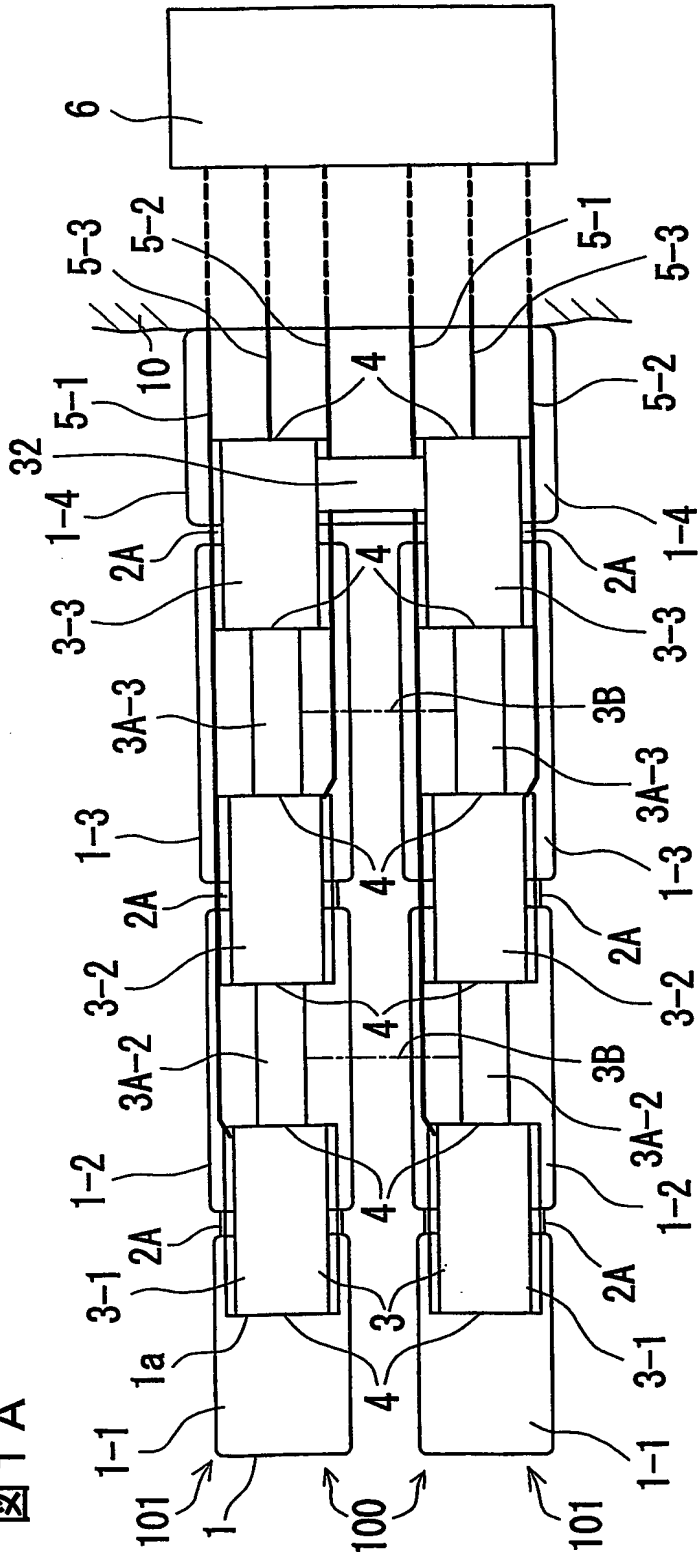


图 1 B

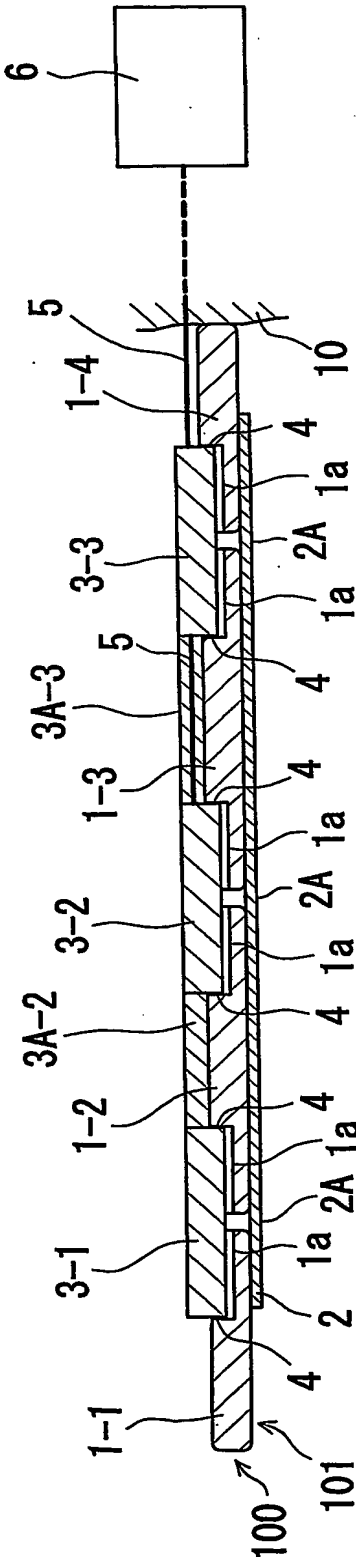


図 1 C

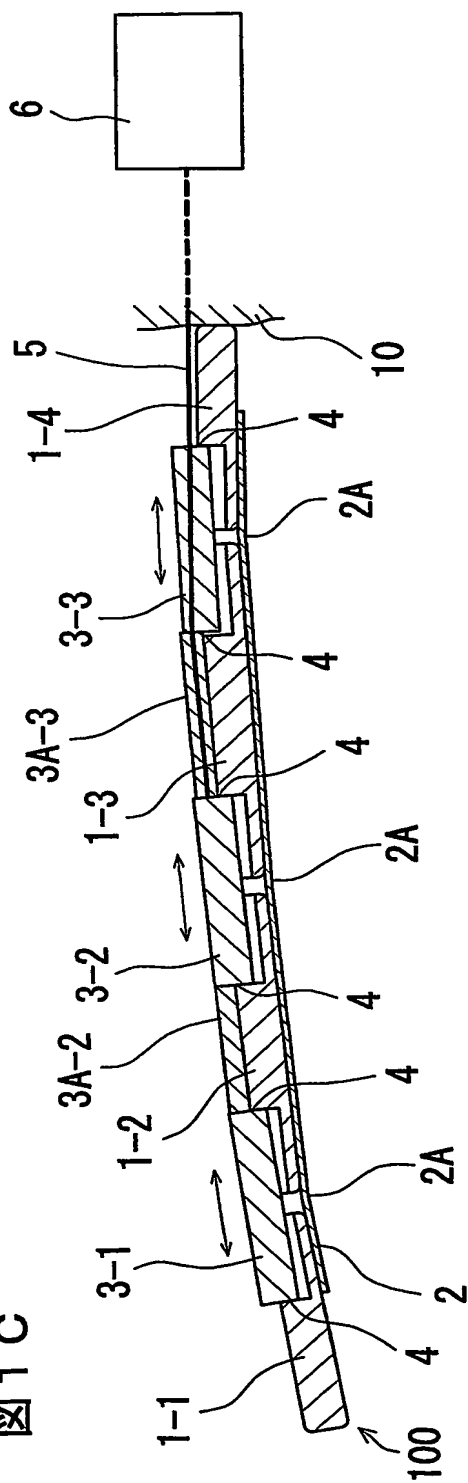
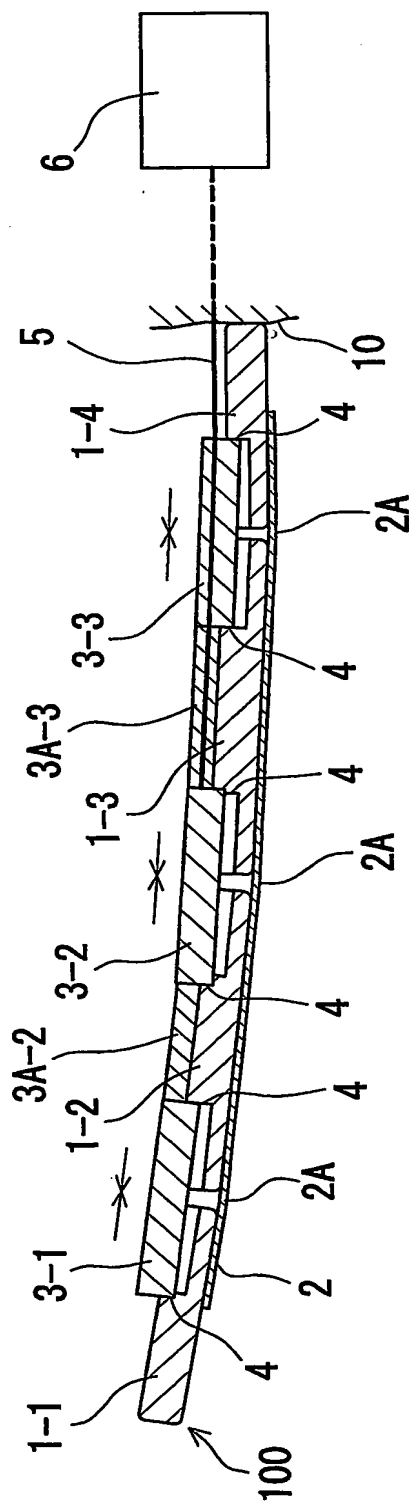
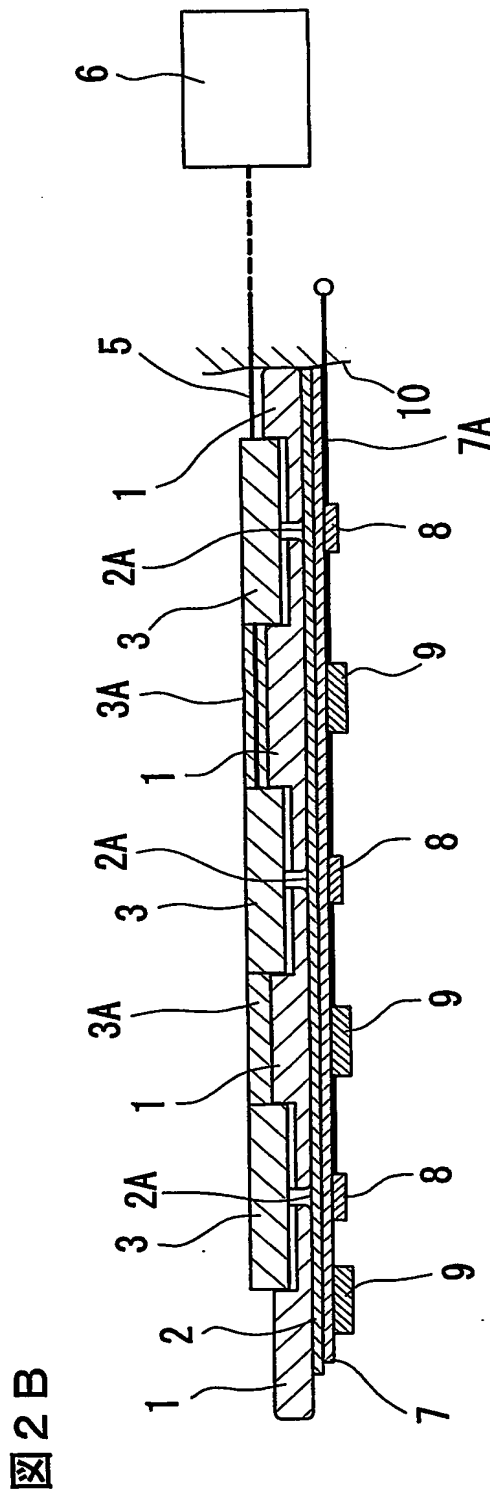
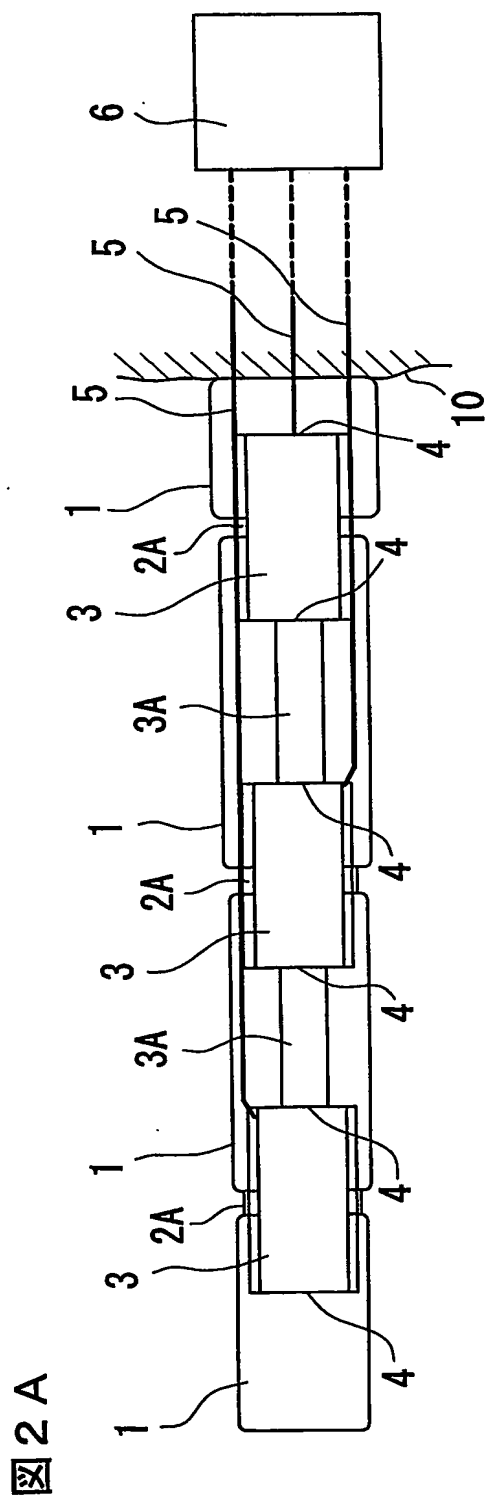


図 1 D





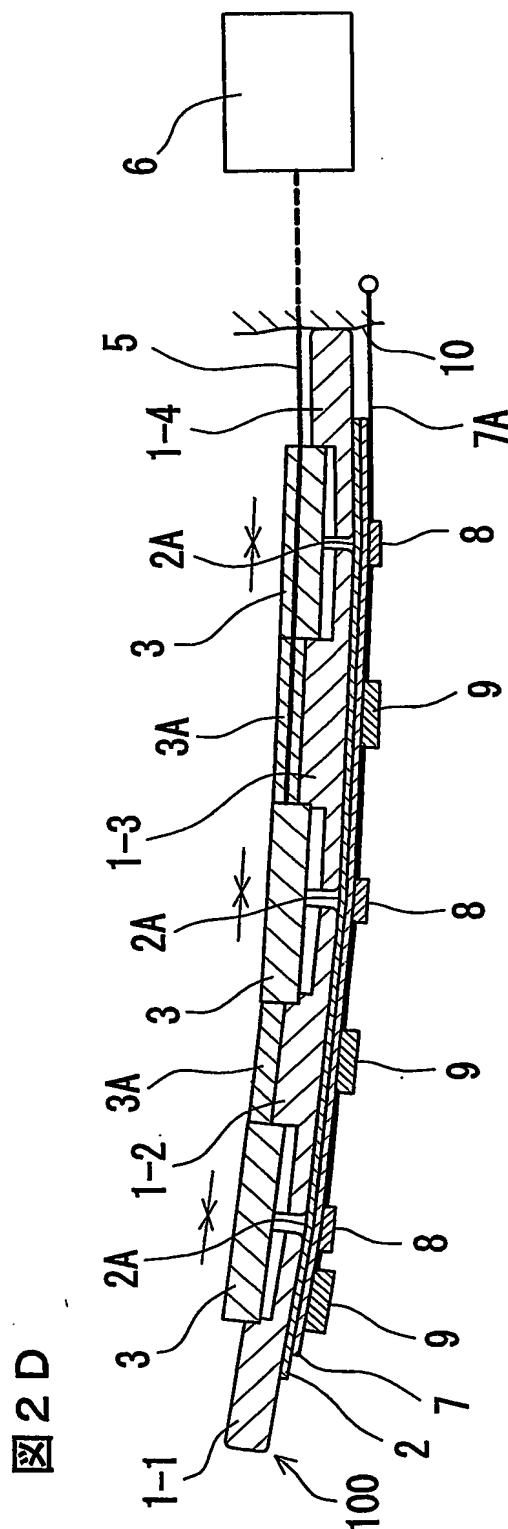
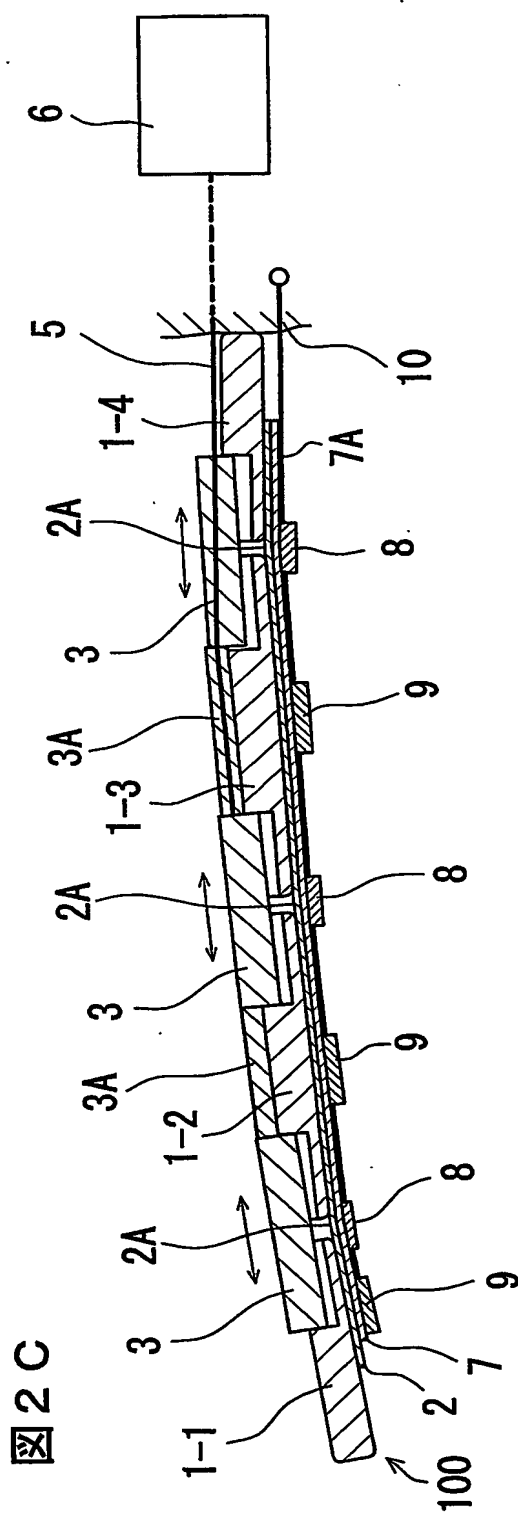


図3A

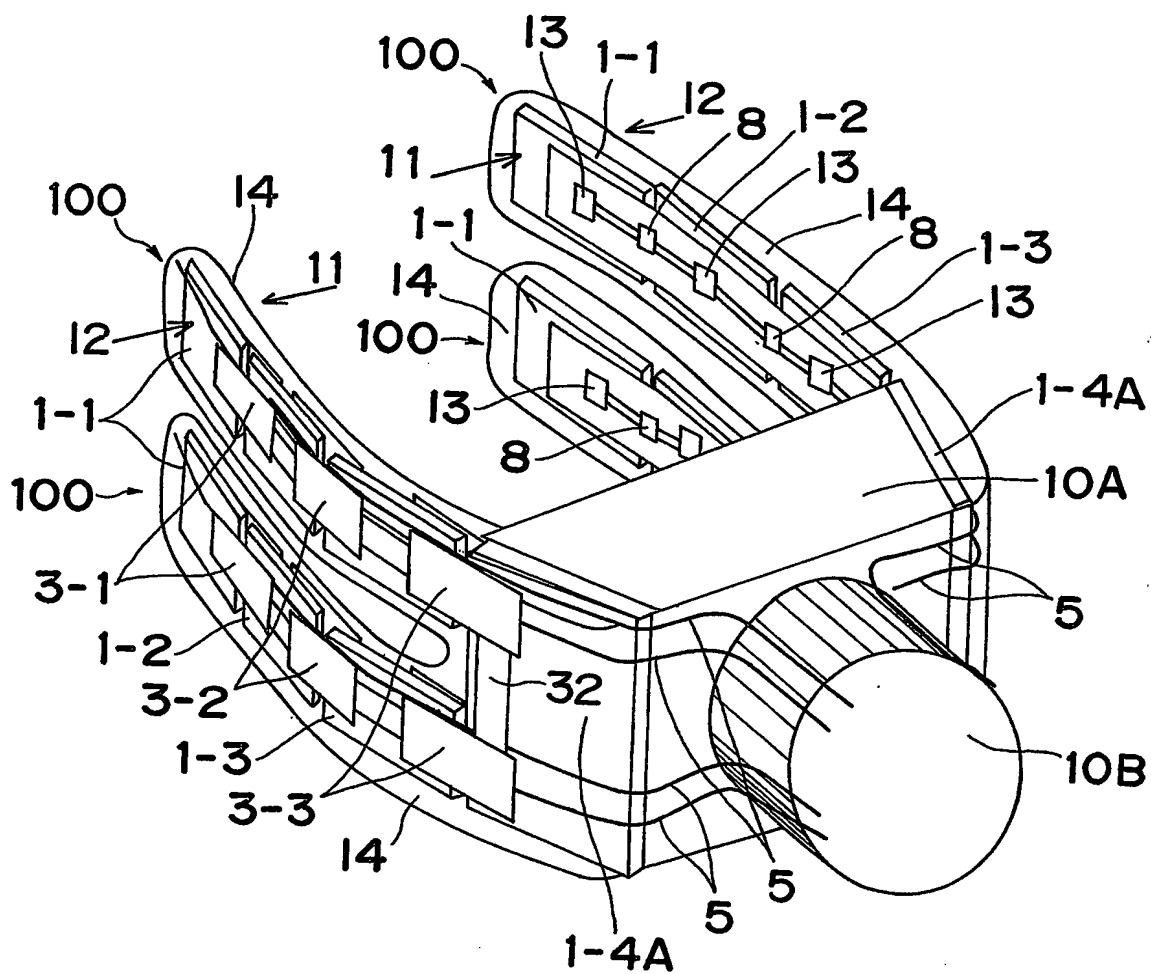
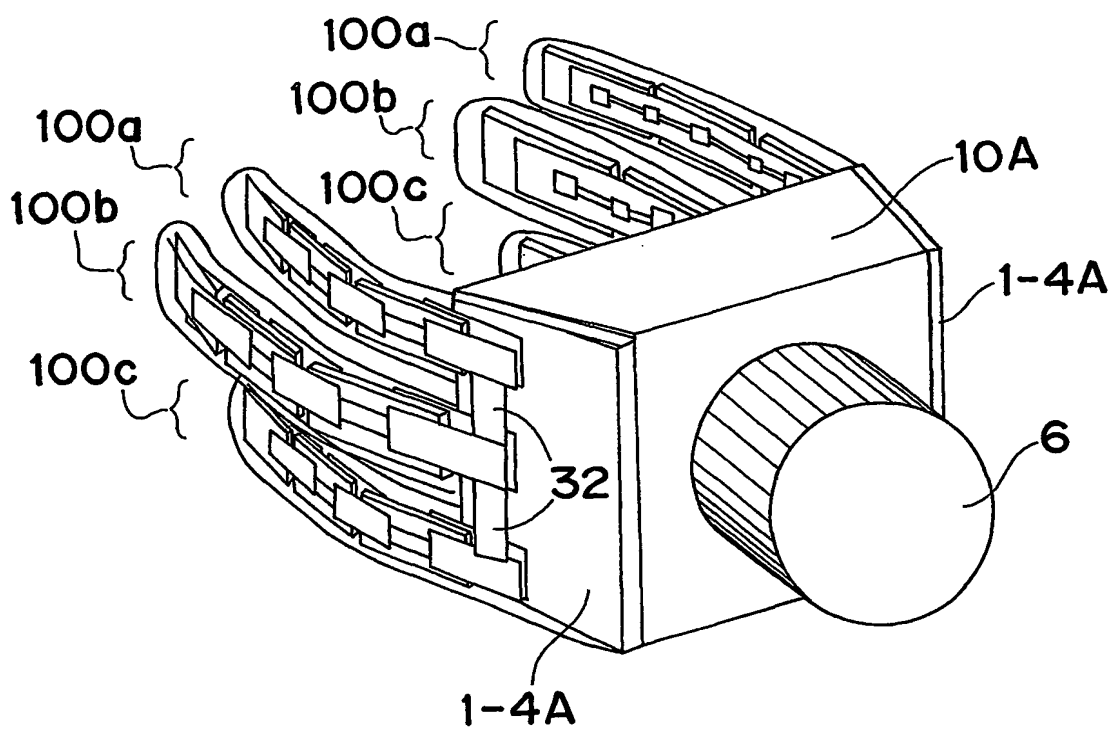


図3B



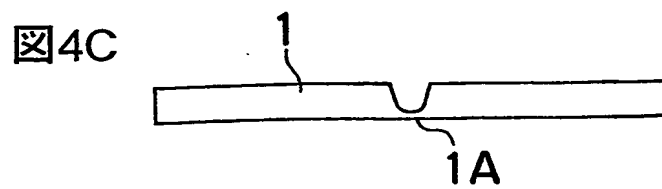
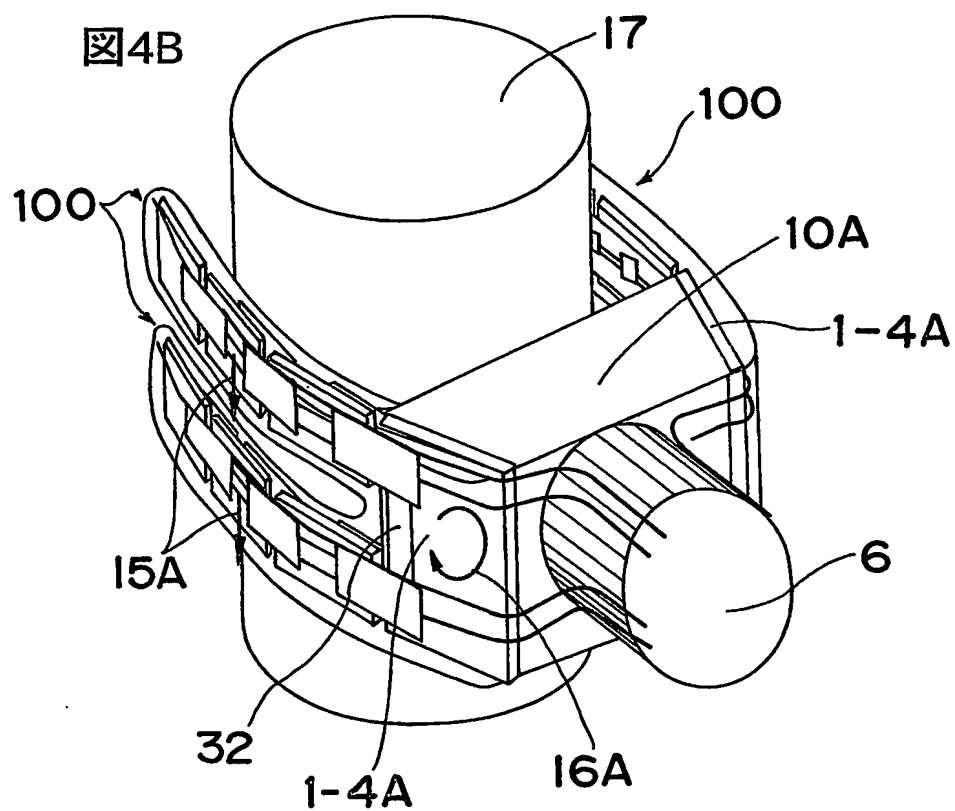
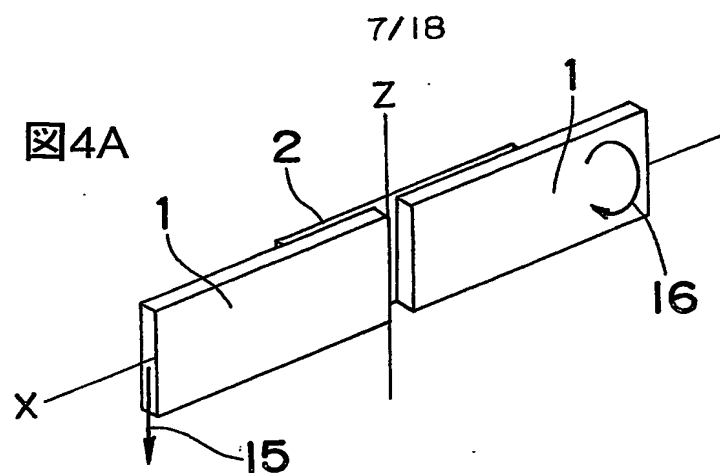
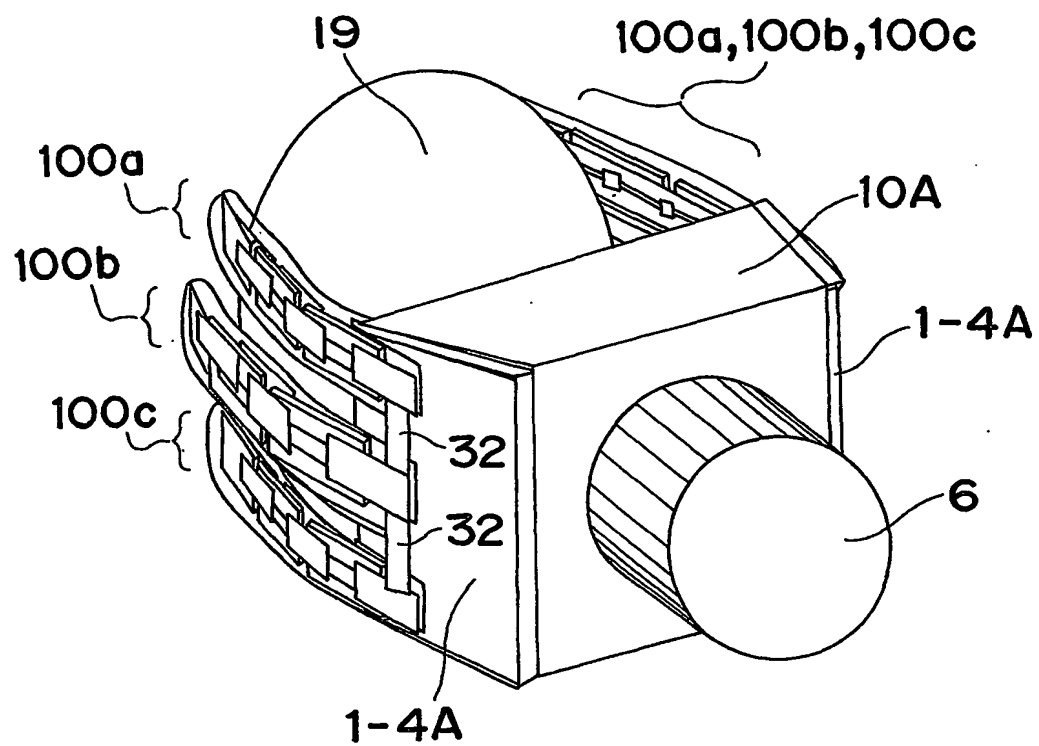
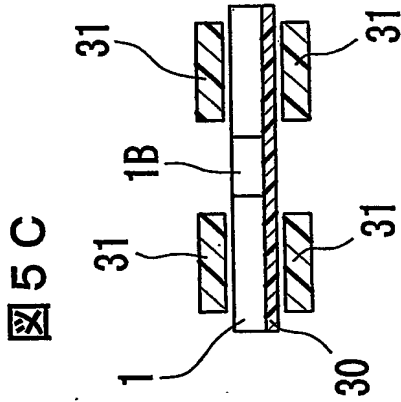
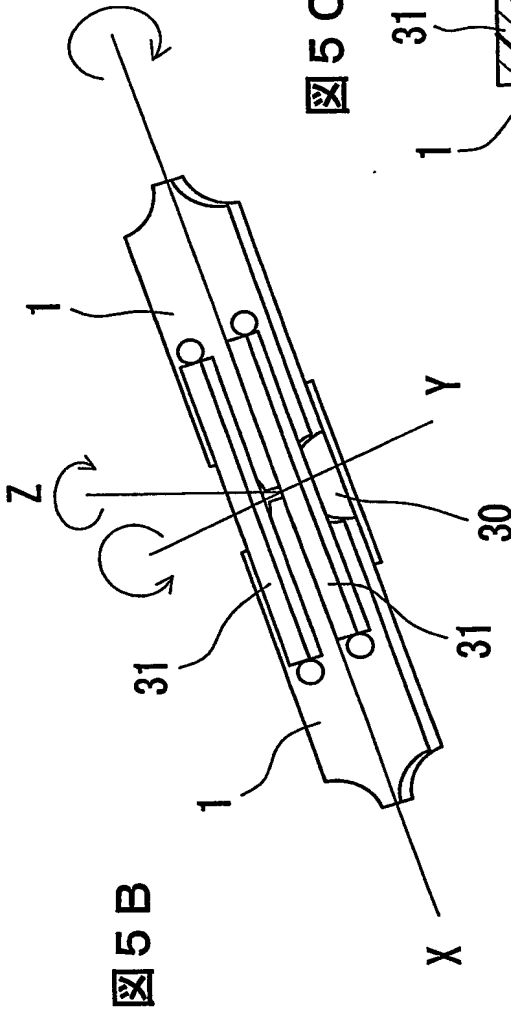
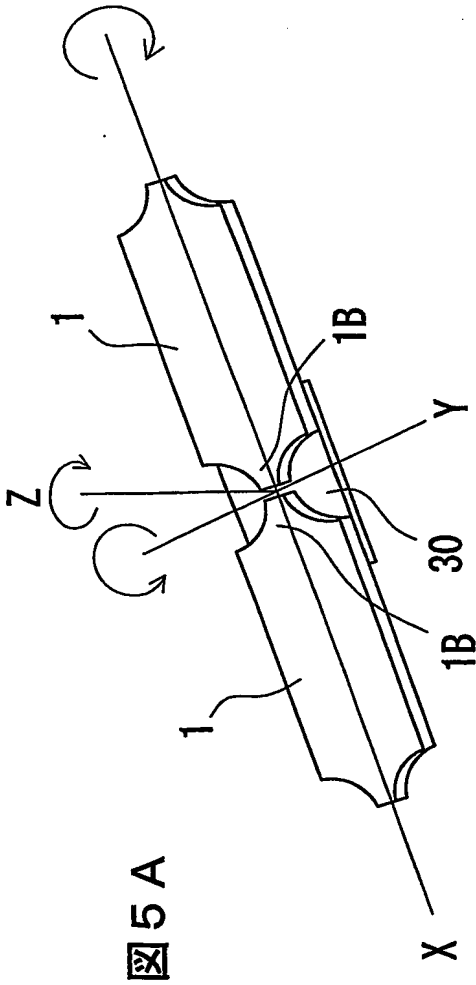


図4D





10/18

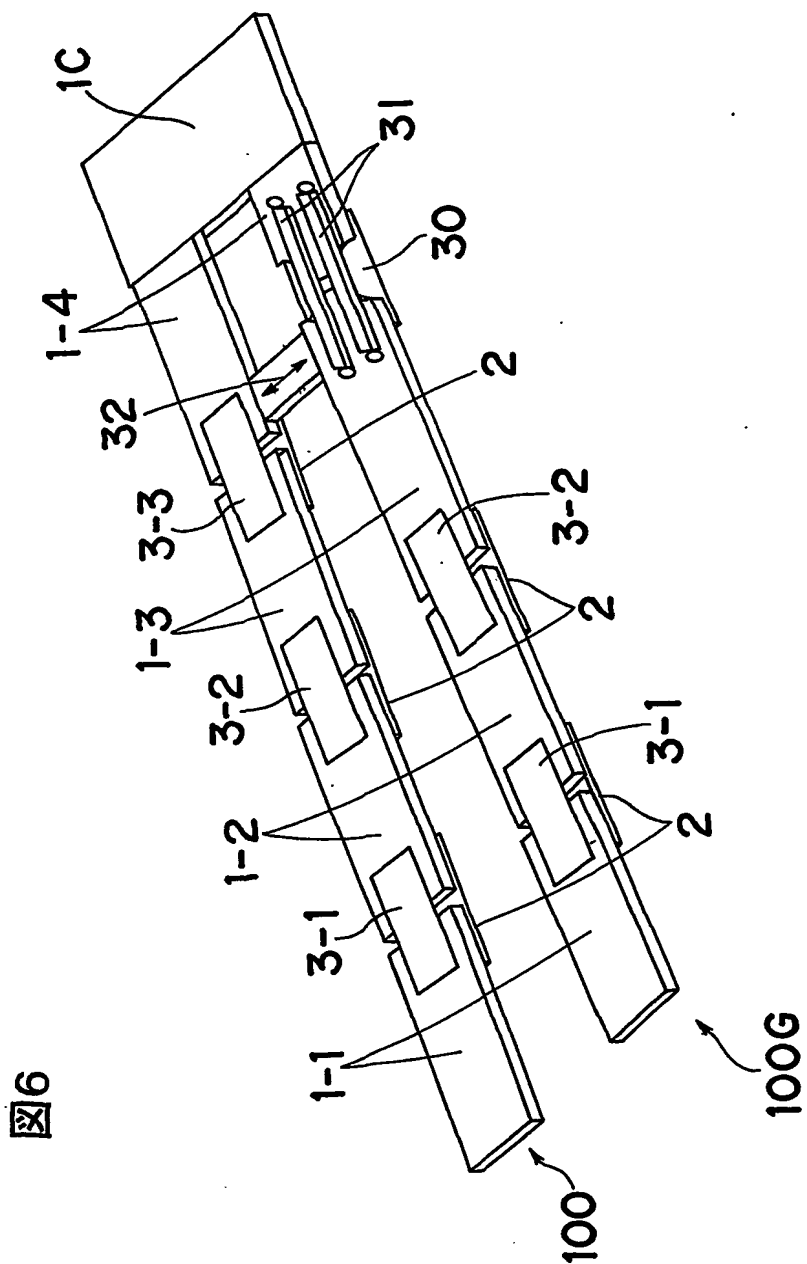


図 7 A

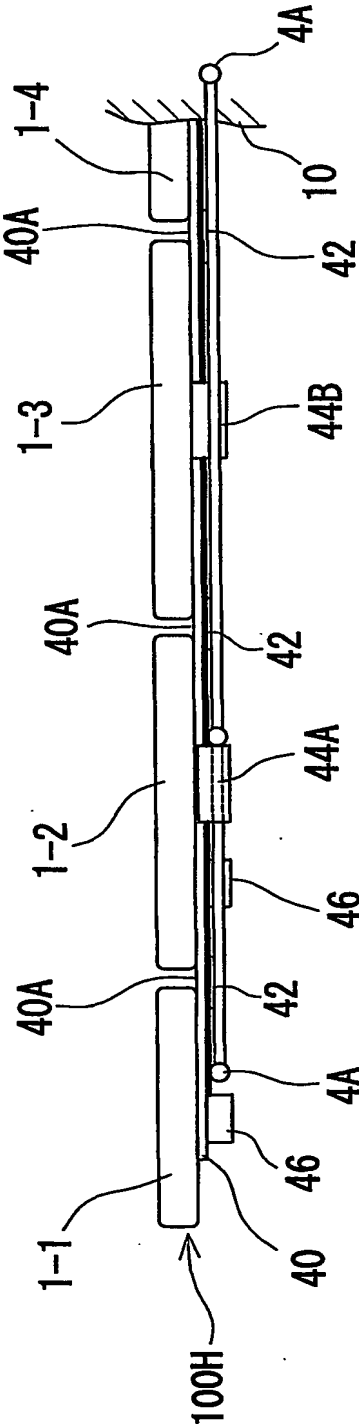


図 7 B

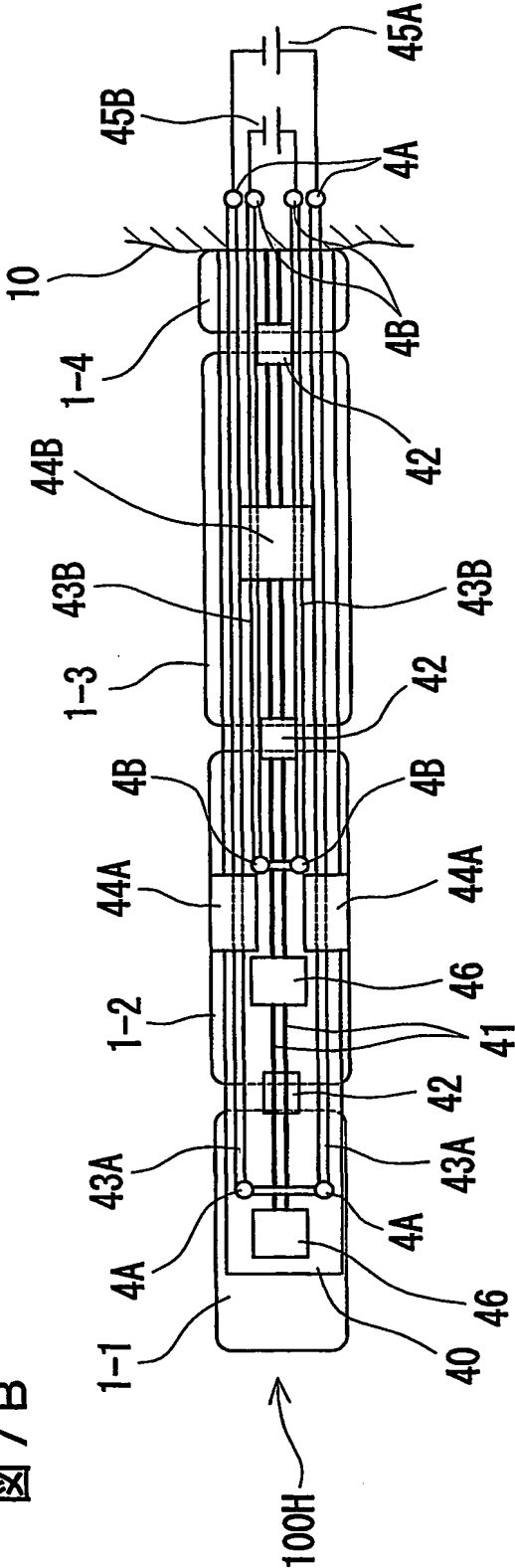


図 8 A

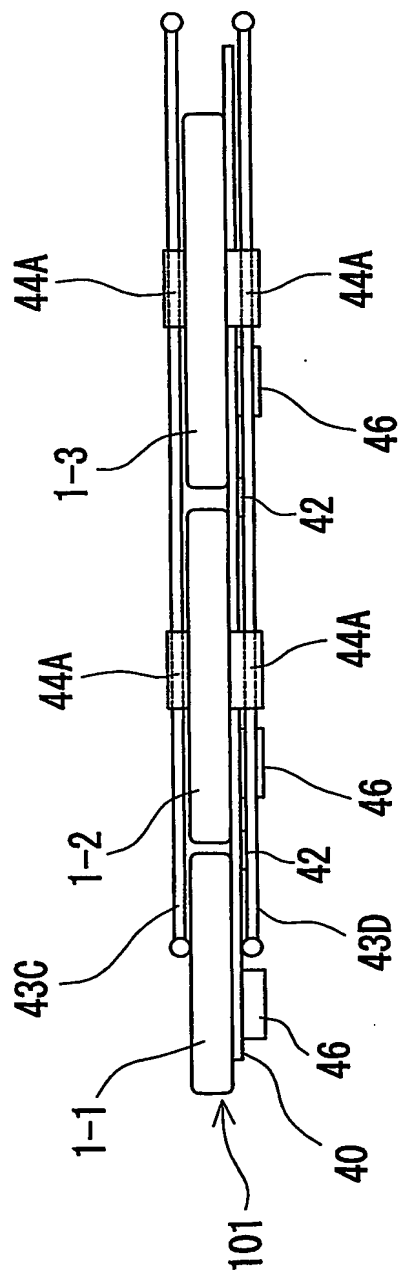
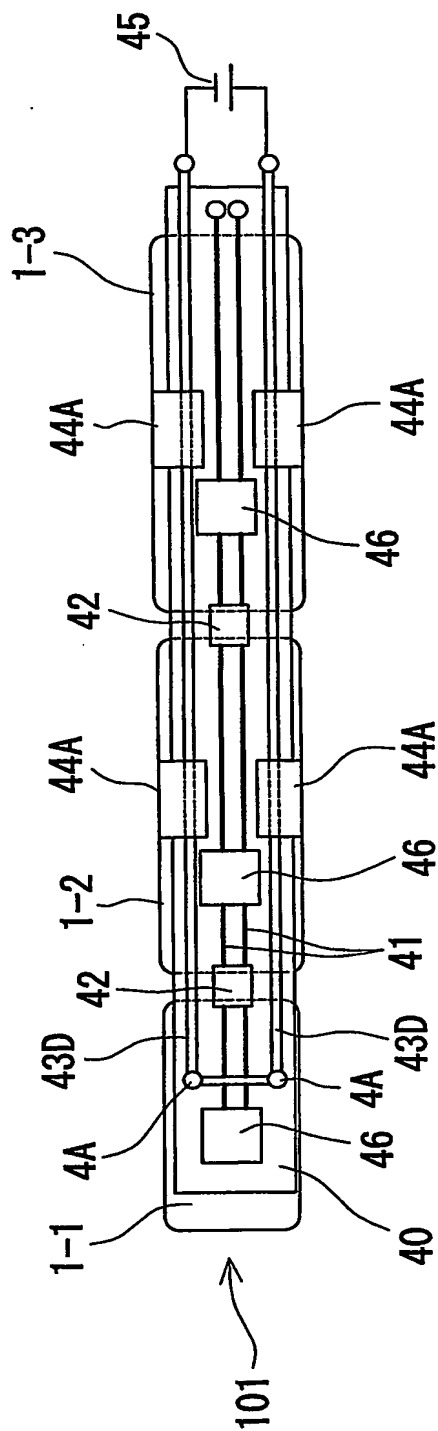


図 8 B



13/18

図9B

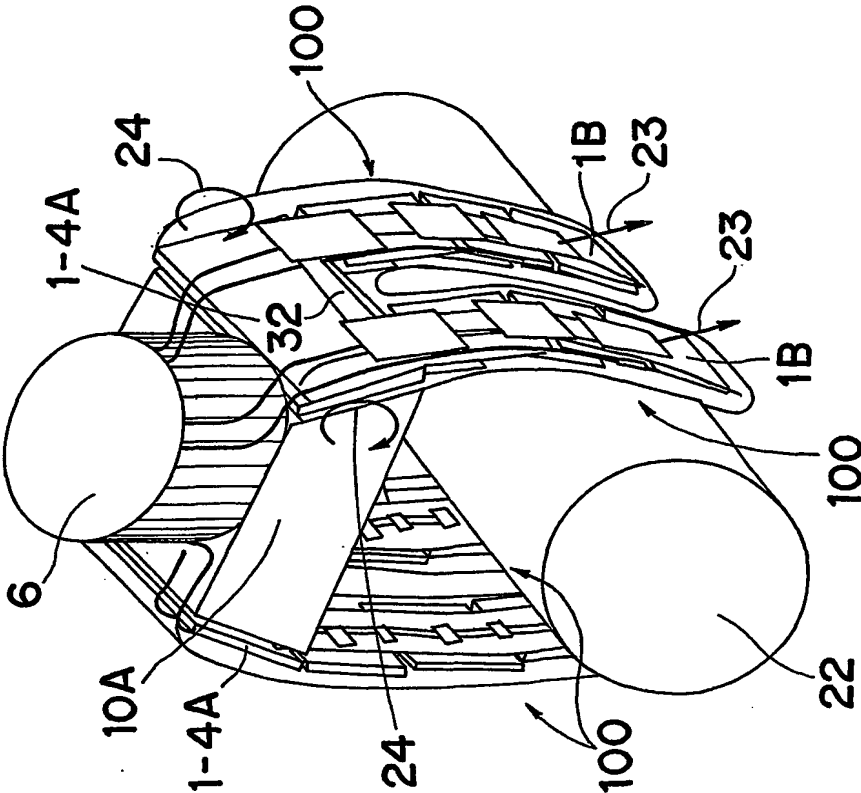
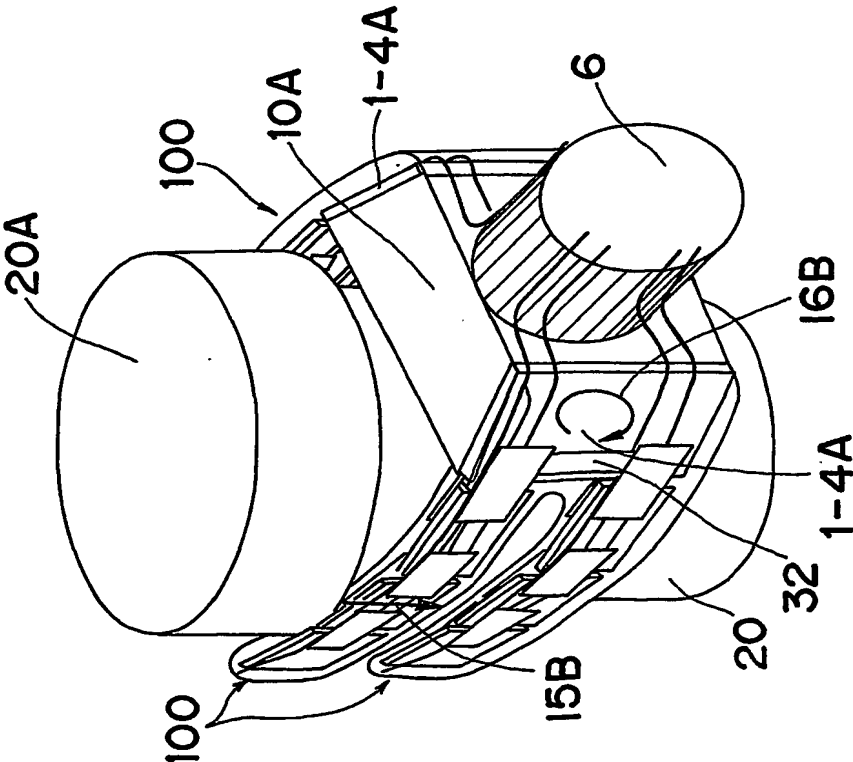
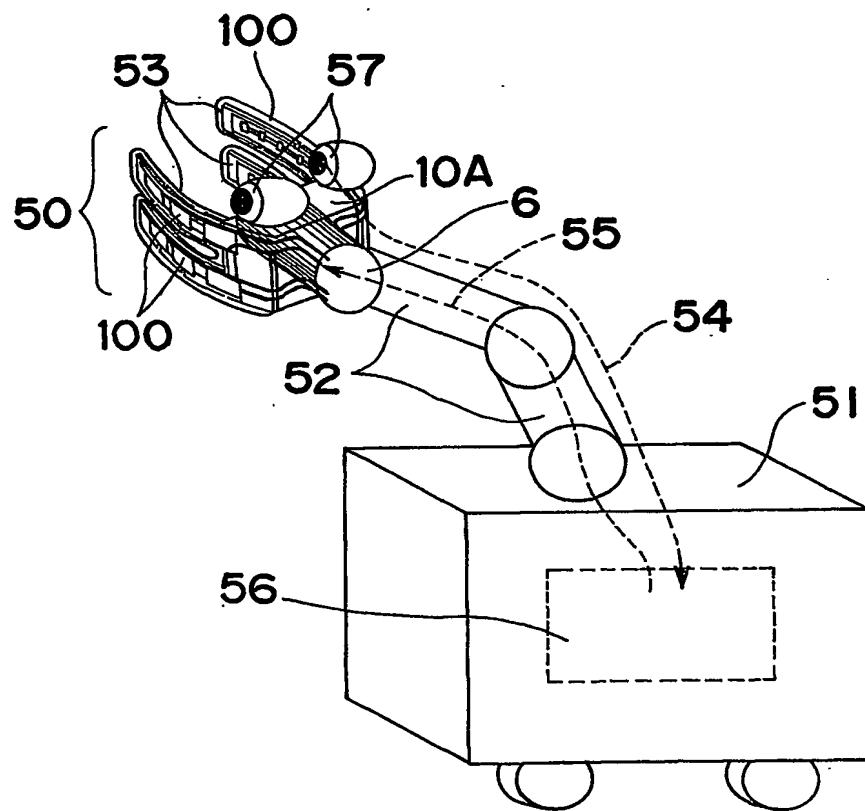


図9A



14/18

図10



11A

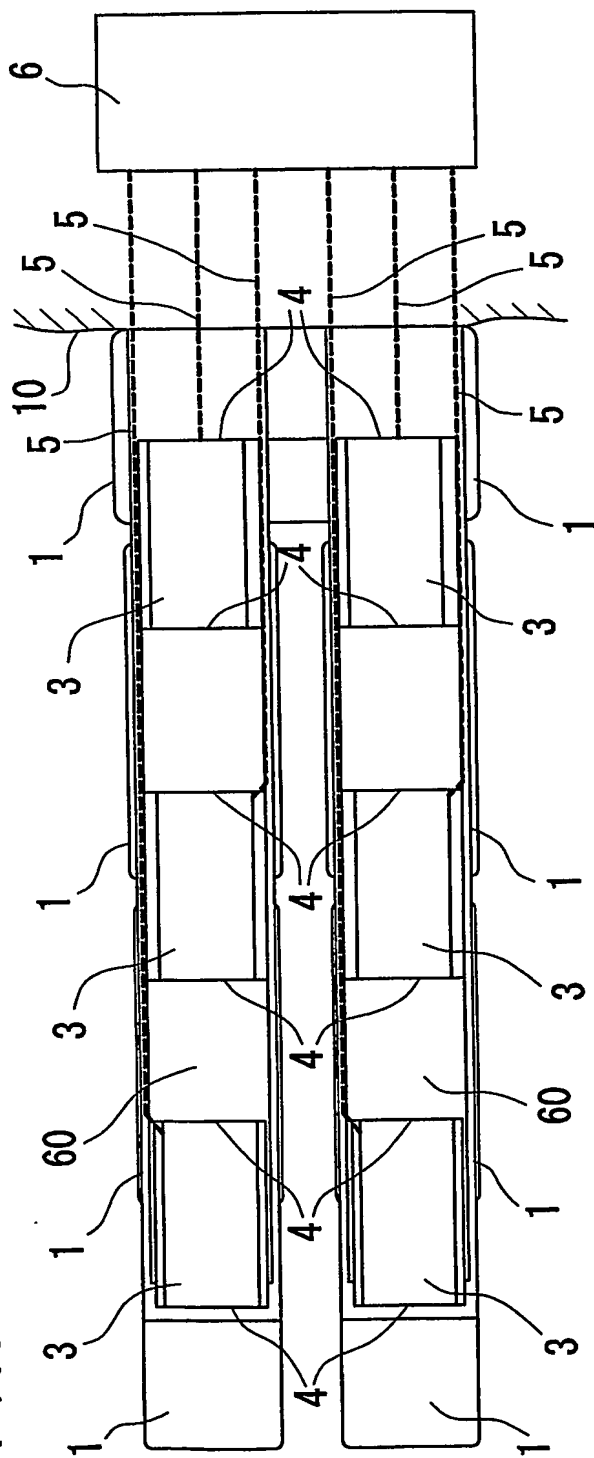


图 11B

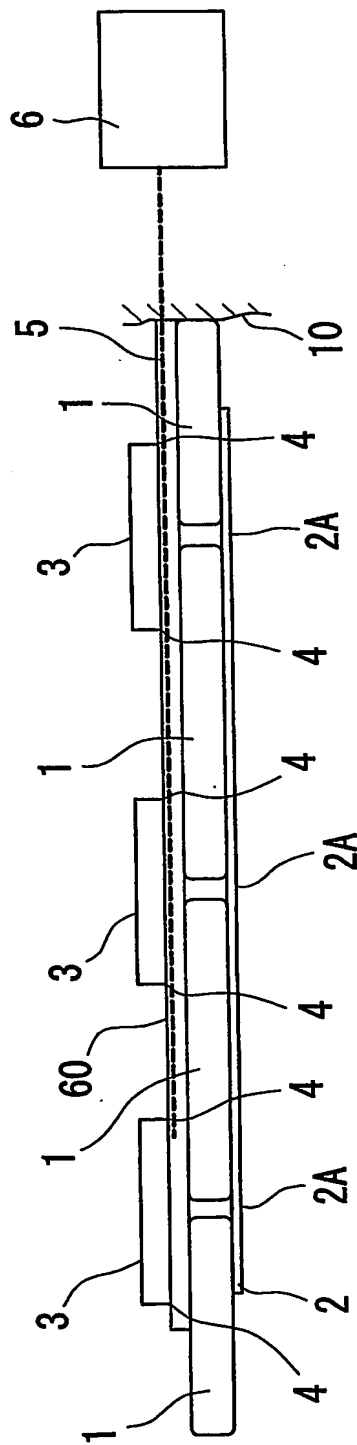


図 12 A

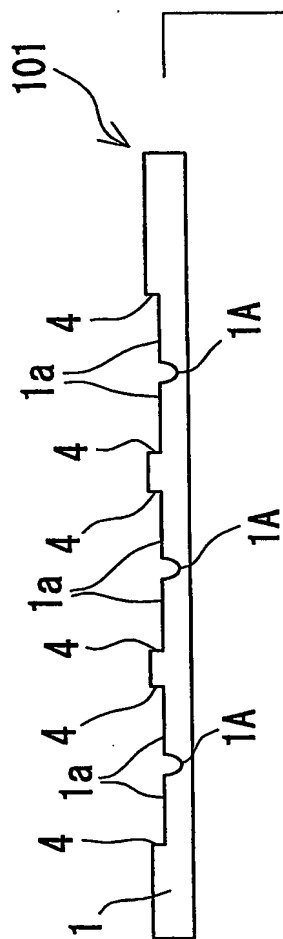


図 12 B

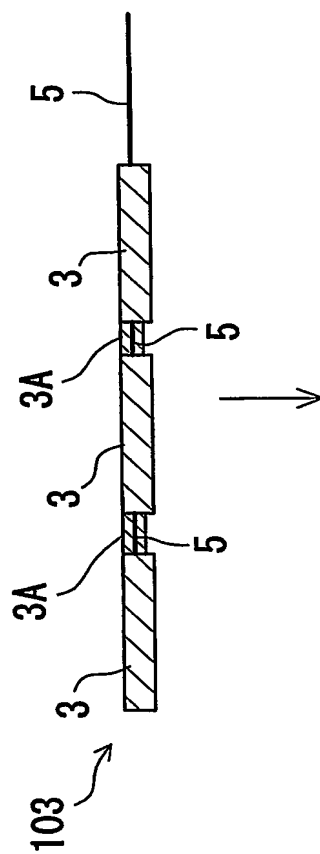


図 12 C

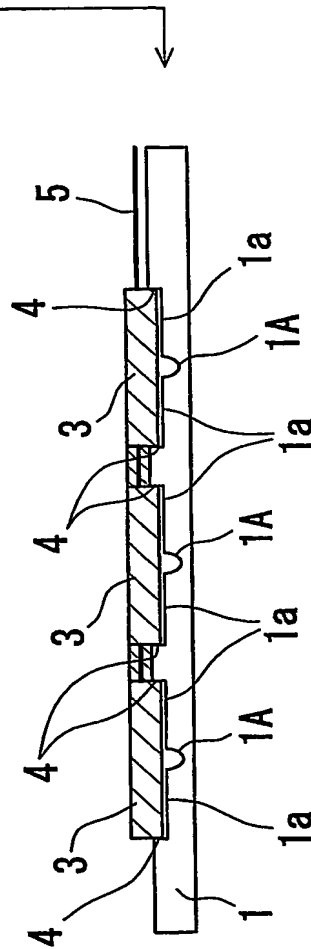


図 13 A



図 13 B

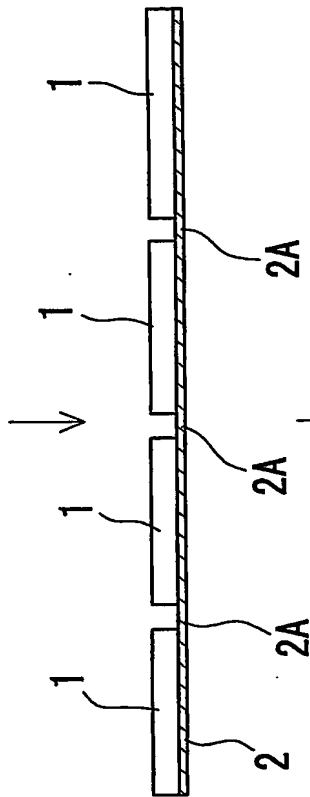


図 13 C

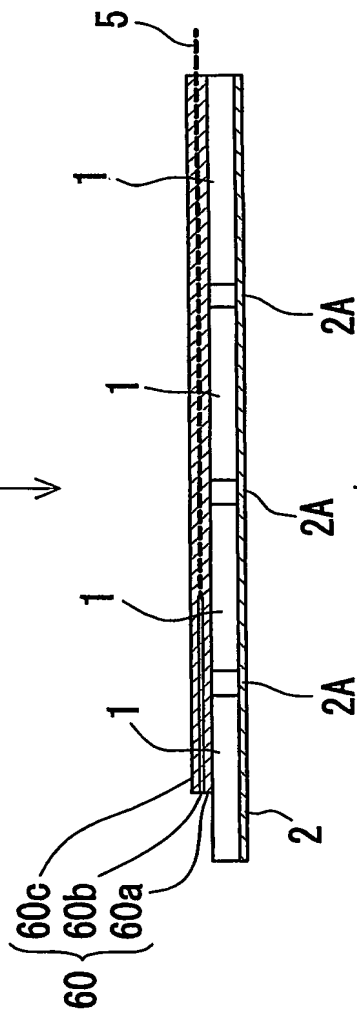


図 13 D

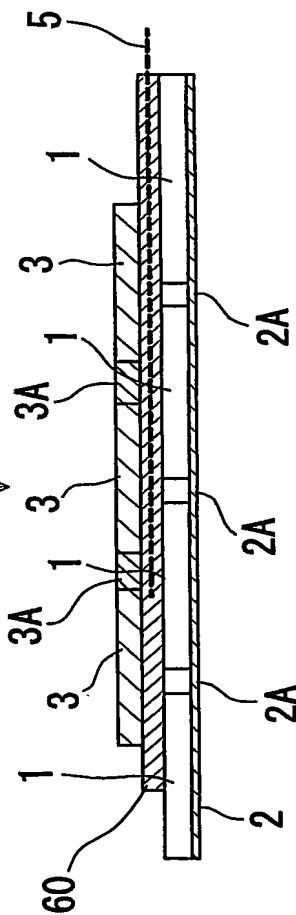
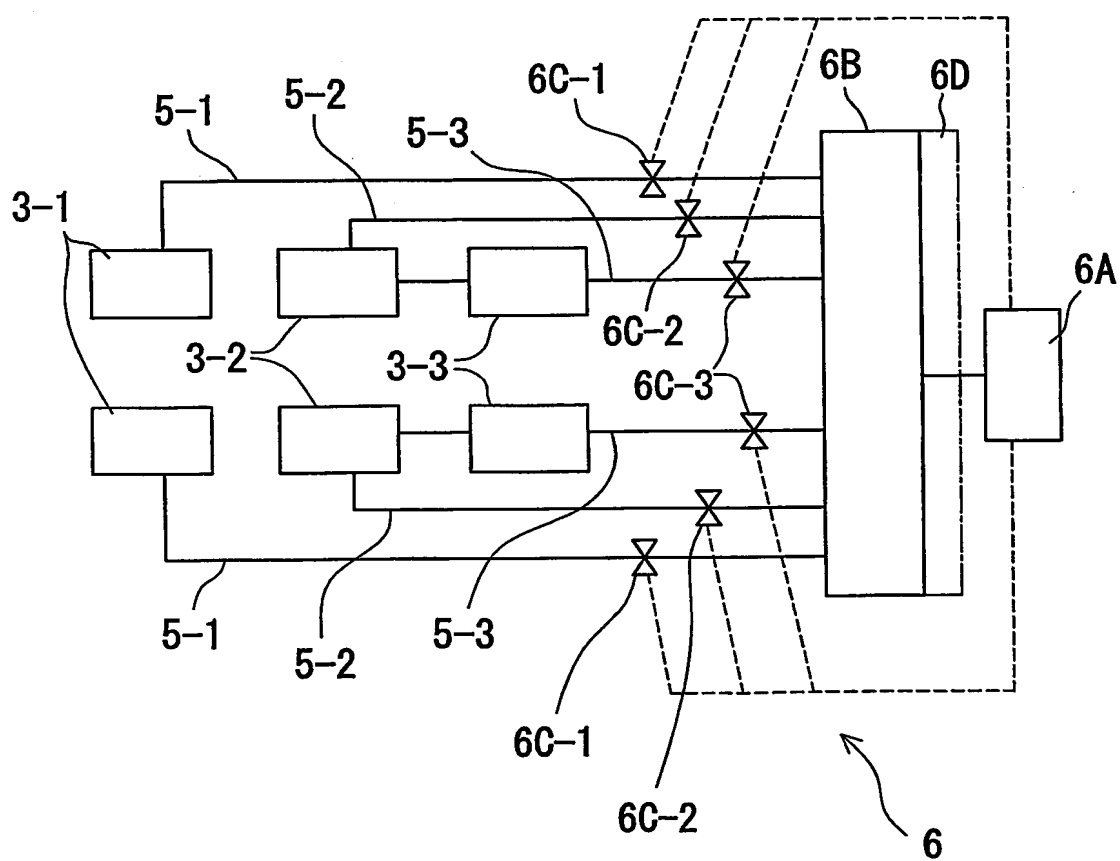


図 1 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/JP03/07914

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B25J15/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B25J1/00-21/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003
Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 10147/1989 (Laid-open No. 100791/1990) (Kabushiki Kaisha Nakamura Kiki Engineering), 10 August, 1990 (10.08.90), Claims; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-4, 7-10 5, 11-16 6
Y	JP 2001-105378 A (Aloka Co., Ltd.), 17 April, 2001 (17.04.01), Abstract; Figs. 1 to 3 (Family: none)	5, 11-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 22 September, 2003 (22.09.03)	Date of mailing of the international search report 07 October, 2003 (07.10.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No:

PCT/JP03/07914

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 59-102586 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 13 June, 1984 (13.06.84), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	13
Y	EP 1043642 A2 (FANUC LTD.), 11 October, 2000 (11.10.00), Full text; all drawings & JP 2000-288974 A	14, 16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl⁷ B25J15/08

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl⁷ B25J1/00-21/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	日本国実用新案登録出願1-10147号 (日本国実用新案登録出願公開2-100791号) の願書に添付した明細書及び図面を記録したマイクロフィルム (株式会社中村機器エンジニアリング) 1990.08.10, 請求の範囲, 第1-9図 (ファミリーなし)	1-4, 7-10 5, 11-16 6
Y	J P 2001-105378 A (アロカ株式会社) 2001.04.17, 要約, 図1-3 (ファミリーなし)	5, 11-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.09.03

国際調査報告の発送日

07.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

八木 誠

3 C

9348

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 59-102586 A (住友電気株式会社) 1984. 06. 13, 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	13
Y	EP 1043642 A2 (FANUC LTD) 2000. 10. 11, 全文, 全図& JP 2000-28897 4 A	14, 16